

16149/c

TRATTATO DI FISIOLOGIA

CONSIDERATA
QUALE SCIENZA DI OSSERVAZIONE
DI C. F. BURDACH

PROFESSORE NELLA UNIVERSITÀ DI KOENIGSBERG

CON GIUNTE DEI PROFESSORI

BAER, MEYEN, MEYER, G. MULLER, RATHKE, VALENTIN, WAGNER

FOLTATA

DAL TEDESCO IN FRANCESE DA A. G. L. JOURDAN

Prima Traduzione Italiana

PER CURA DI

M. G. DOTT. LEVI MEDICO

Tomo Vono



Libreria Antonelli

VENEZIA
COI TIPI DI GIUSEPPE ANTONELLI ED.

PREMIATO DI MEDAGLIE D'ORO

1845

TRATTATO

di

FISIOLOGIA

CONSIDERATA

QUALE SCIENZA DI OSSERVAZIONE

DI C. F. BURDACH

PROFESSORE NELLA UNIVERSITÀ DI BOENIGSBURG

CONSIGLIERE DELL'IMPERO

LEHRER, MEYER, MEYER, G. MEYER, HARTMANN, LENTZ, WAGNER



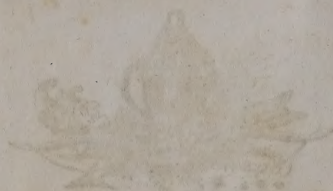
VERLAG VON J. F. COHEN IN BONN

Primo Editore in Germania

PER CUI SI

M. G. DOTT. LEVI MEDICO

Donno Donno



VENEZIA

COI TIPI DI GIUSEPPE ANTONELLI LIB.

PREMIATO DI MEDAGLIA D'ORO

1845

DELLA FISIOLOGIA

CONSIDERATA

COME SCIENZA DI OSSERVAZIONE

SEZIONE II.

DELLA FORMAZIONE DEL SANGUE

PRIMA DIVISIONE

Fenomeni generali della formazione del sangue.

§. 895. **T**utte le formazioni organiche, tutti i prodotti della nutrizione e della secrezione, procedono dal succo vitale, il quale, giunto a certo grado di sviluppo, comparisce sotto una forma speciale, quella del sangue (§. 661). Da ciò risulta che il sangue si decompone durante la vita (§§. 774 e seg. 875), che eziandio la decomposizione cui esso comporta non si ferma mai (§. 876), e che in conseguenza esso deve pur riprodursi ad ogni istante. Però, mentre che la nutrizione e la secrezione sono un lavoro di segregazione che fa uscire il multiplo dalla unità, e trasforma un prodotto generale o comune in prodotti particolari e diversi (§§. 777, 778, 5.^o; 885; 894, 2.^o), la ematosi, all'opposto, ha per iscopo di creare una sola ed unica sostanza con materiali differenti, e, riunendo insieme prodotti speciali, di imprimere loro il suggello della generalità. Questa operazione abbraccia due atti distinti; uno esterno, meccanico, pel quale le sostanze atte a produrre il sangue sono trasportate dagli spazi particolari che gli alloggianno, nello spazio comune del sistema vascolare; l'altro interno, chimico-dinamico, col quale siffatte sostanze eterogenee sono convertite nella sostanza omogenea del sangue.

L'ammissione di sostanze determinate dovendo servire ad una formazione egualmente determinata, suppone, nell'organismo, la facoltà di

attirare a sè la materia e di trasformarla. Tale facoltà rappresenta quanto avvi di comune o di generale nell' atto della produzione del sangue, dappoichè essa si manifesta mediante azioni semplici, identiche nei punti maggiormente diversi dell'organismo. Essa è adunque la base od il fondamento della ematosi propriamente detta (§. 910).

Per tal guisa, la parte meccanica di questa operazione generale consiste nel penetrare nel sangue una materia qualunque. Però, siccome il sangue si trova entro spazii chiusi, così niuna materia non può giungere fin ad esso che alla condizione di avere un modo di espansione analogo al suo, di essere allo stato fluido (liquido od aeriforme), e siccome tale accessione sta in rapporto coll' attitudine di cui gode l'organismo di mantenersi e conservare sè stesso, deve essere determinata da questo, e dipendere dal suo potere attrattivo. Chiamandosi assorbimento l'attività per la cui virtù un corpo attrae dei liquidi a sè e nella sua propria sostanza, dassi lo stesso nome alla facoltà che tutti gli esseri organizzati possiedono, di ricevere liquidi nell' interno del loro corpo e nel loro succo vitale. Qui, tuttavia, l'assorbimento è di due sorta; *assorbimento* propriamente detto, cui potrebbero altresì chiamare *insorzione*, quello che consiste nell' ammettere una sostanza estranea venuta dall' esterno (§§. 896-909; ed il *riassorbimento*, quello che consiste nel riprendere le sostanze che furono prodotte a detrimento del sangue (§§. 910-916).

CAPITOLO PRIMO

Assorbimento.

ARTICOLO I.

Ammissione di sostanze estranee nel corpo.

§. 896. Due circostanze ci procurano la convinzione che un assorbimento avvenne: una è la diminuzione e la scomparsa di una materia posta a contatto coll'organismo (supponendo esser certo che dessa non fu evaporata, tolta o riportata altrove), come ad esempio l'abbassamento del livello del liquido in cui una pianta vegeta, paragonato ad altro liquido, della stessa natura, che trovasi collocato di mezzo a circostanze perfettamente identiche, eccettuata la presenza di un vegetale; consiste l'altra nel cambiamento avvenuto nell'organismo in conseguenza di simile contatto, e cui non puossi attribuire a verun'altra causa. Fra i cambiamenti materiali

di questo genere si ripongono l'aumento di volume, per esempio, il gonfiamento delle cellule poste a nudo sulla fetta di una pianta immersa nell'acqua, o quello del peso, verbigrazia, di un uomo, dopo un bagno caldo. Quando una sostanza facile a riconoscersi per le sue qualità speciali, e che non si riscontra abitualmente nell'organismo, fu assorbita, puossi scoprirla, tanto nello stesso sistema vascolare, quanto nei liquidi separati e nei tessuti ove dessa fu eliminata (§. 865), e Pereira (1), fra gli altri, diede la lista dei medicamenti che ritrovansi così nelle secrezioni. Ma qui la certezza presenta un gran numero di gradi, giacchè il colore, l'odore ed il sapore sono molto sottoposti ad indurre in errore.

Alcune sostanze non si fanno riconoscere per le loro proprietà stesse, ma soltanto per le modificazioni che imprimono alle qualità delle secrezioni, come la essenza di terebintina per l'odore di viola che comunica all'urina. Caratteri più certi di quelli che colpiscono da sè stessi i sensi, sono gli altri che fanno nascere certi reattivi, come la detonazione del salnitro mediante la combustione, il colore rosso-bruno che assume il rabarbaro per la potassa caustica, il cileste del cianuro di potassio mediante l'acido cloridrico ed il cloruro di ferro, il rosso ciliegia carico che prende il solfo cianuro di potassio mediante il cloruro di ferro, quello bruno-nero che acquista il piombo per l'acido solfidrico e via parlando. Tuttavia, se non si scopre la sostanza estranea, non devesi da ciò concludere, con tutta sicurezza, che essa non fu assorbita. Quantità debolissime, ad esempio, di cianuro di potassio, anche allorquando si mescolano immediatamente col sangue, non sono svelate in questo liquido dai reattivi, e se Wetzlar (2) giunse a riconoscerle nell'urina, aggiungendo a questo liquido acido cloridrico e cloruro di ferro, agitando il miscuglio con un tubo, in guisa da ottenere la precipitazione dell'acido urico, strascinante seco il cianuro di ferro, vi sono altri casi pei quali non conosciamo ancora verun mezzo onde giungere a simile risultato.

L'epoca alla quale si fa l'esame possiede qui grande importanza, giacchè la sostanza estranea può non essere per anco arrivata al sito in cui la si cerca; può altresì esserne già partita, od essere stata resa irrecognoscibile mediante il suo miscuglio con sostanze organiche, le quali si sono combinate con essa, o che l'hanno decomposta. Così, ad esempio, trovansi bensì più frequentemente le sostanze estranee nei liquidi separati che

(1) *Froriep, Notizen*, t. XLVIII, p. 219.

(2) *Diss. de materiis, imprimis kali Borussiae, in organismum, transitu*. Marbourg, 1821, in 8.º p. 21.

nel sangue, e nel siero che nel sangue intero. Spesso eziandio non si giunge a comprendere ciò che esse poterono divenire. Wetzlar (1) esaminò per quattro giorni tutte le evacuazioni dopo la presa di una dramma di cianuro di potassio, e la urina non gli somministrò che quattro grani di azzurro di Prussia, gli escrementi, il sudore, il muco nasale e la saliva non presentando la minima traccia degli altri 56 grani.

§. 897. Altre prove del compiersi l'assorbimento sono somministrate dallo stato vitale che da ciò risulta. Infatti, quando alcune sostanze, le quali non sono atte ad essere assimilate, a somministrare parti integranti alla massa organica, in una parola a contribuire al mantenimento od alla conservazione dell'organismo, entrano in contatto con un organo, sotto certa forma appropriata ed in quantità necessaria, esse producono vari cambiamenti nell'attività di altri organi ed in tutto l'insieme della vita. Più questi cambiamenti sono considerabili, quanto alla intensità, e particolari, quanto alla loro natura, più la esperienza confermò che essi avvengono in conseguenza d'impressioni determinate, maggiormente altresì siamo certi che essi sono determinati da queste ultime, e che non si devono considerare come semplici contingenze. Dopo tutto questo, gli avvelenamenti sono quelli che somministrano le prove più convincenti.

I. Ma si tratta di riconoscere se il trasporto dell'azione di un organo sopra di un altro sia di natura materiale o dinamica. Siccome l'organismo è uno, non forma che un solo tutto, e che, in conseguenza, tutte le sue parti operano mutuamente le une sulle altre, l'azione delle sostanze estranee può essere una impressione puramente locale, la quale non diviene generale, od, in altri termini, non si estende ad altri organi che in una maniera mediata, e per le sue conseguenze; vale dire, che essa può consistere in un mutamento materiale dell'organo immediatamente attaccato, ma fare con ciò che il cambiamento avvenuto nell'attività vitale di quest'organo, apporti in sua conseguenza, per virtù del concatenamento delle funzioni, un cambiamento nel resto dell'organismo. Per esempio, che l'azione della pelle venga modificata da un bagno freddo o da un bagno caldo, ne risulta una modificazione corrispondente nella attività vitale degli organi interni. Ma ciò che caratterizza siffatto modo di azione, si è che i mutamenti, i quali accadono nel complesso della vita, variano, e quanto al grado, ed anche quanto alla loro natura, secondo che la sostanza estranea fu posta in contatto immediato con questo o quell'organo. Così, un sale neutro, portato nel canale intestinale, determina,

(1) Loc. cit., p. 24.

mediante le evacuazioni cui provoca allora, un tutt' altro stato dell' organismo che quello al quale esso dà origine allorquando fu posto in rapporto cogli integumenti esterni di cui rese la secrezione più attiva.

2.° Se l' azione generale dipende qui dalla natura specifica dell' organo immediatamente colpito, sonvi altri casi in cui essa è determinata dalla natura specifica della sostanza estranea, cagionando sempre questa, con qualunque parte del corpo con cui trovisi a contatto immediato, cambiamenti identici nel complesso della vita. Per tal guisa, il mercurio produce lo stesso stato morboso nella sfera plastica, sia stato esso portato nel tubo intestinale, o nei polmoni, o sulla pelle; e quando l' alcool penetra, nei polmoni, o nella pleura, nel peritoneo, nella vescica o finalmente nel tessuto cellulare, immerge la vita animale nello stesso stato come se fosse lo stomaco che l' avesse ricevuto (1). L' arsenico ed altri veleni analoghi determinati, allorquando si amministrano nell' interno, cagionano la infiammazione del tubo digerente ed accidenti simili a quelli che si osservano in questa specie di malattia, da qualunque causa possa essa dipendere. Ma sebbene tale azione locale debba sempre essere presa in considerazione, non si può per altro considerarla come ciò che avvi di essenziale nell' avvelenamento, dappoichè l' arsenico, ad esempio, uccide egualmente quando lo si adopra in ogni altra maniera, e giusta le esperienze di Hunter, Home e Brodie (2), la sua introduzione in una ferita praticata sulla pelle, induce una gastrite, affatto come la sua ingestione nello stomaco. Qui adunque la sostanza estranea opera sugli organi lontani, e quello con cui è posta ad immediato contatto, non serve che come punto di transizione.

3.° In simil caso, l' azione sul complesso della vita non compiesi che dopo un tratto di tempo determinato dalla natura della sostanza estranea, e puossi prevenirla durante questo periodo, purchè questo non sia troppo breve. Così, ad esempio, un veleno può rimanere senza effetto quando lo si fa uscire dal corpo, e lo s' incateni mediante una combinazione chimica, se distruggasi o separasi dal restante dell' organismo la parte sopra cui fu portato, o finalmente, lo si impedisca di penetrare esercitando certa compressione sopra del punto in cui fu applicato.

4.° La sostanza estranea opera pure con una intensità differente, secondo che l' organo da essa immediatamente toccato, è più o men adattato a lasciarla entrare e penetrare. L' estratto di noce vomica, ad esempio, può cagionare il tetano e la morte, in qualunque maniera in cui

(1) Segalas, negli *Archivii generali*, t. XII, p. 104.

(2) Reil, *Archiv fuer die Physiologie*, t. XII, p. 229.

lo si adopri; ma giusta le esperienze di Segalas (1), esso uccise i cani in pochi secondi, allorchando lo si iniettava nei polmoni nella dose di due grani, mentre che, portato nella vescica, a quella di due dramme, non determinava il tetano se non dopo un quarto di ora, sicchè, sotto l'aspetto della permeabilità, la vescica sarebbe ai polmoni, per ciò che concerne questo caso, nel rapporto di circa 1 : 200.

5.° L'azione delle sostanze estranee deve adunque essere trasmessa dal luogo di applicazione a tutto l'insieme della vita mediante un tessuto conduttore; suppone essa adunque un sistema universale, il quale, da una parte, conduce in una direzione determinata e dall'altra rappresenta la espressione totale di un lato determinato della vita. Però non sonvi che due sistemi di questo genere; il sistema nervoso, che, in quanto concerne la propagazione dinamica, forma, nei suoi punti centrali, il fomite della vita animale; il sistema vascolare, che, nei vasi, è un semplice conduttore, e che, nella massa del sangue, costituisce il centro della vita plastica (§§. 660, 3.°; 770). Si presenta adunque il quesito di sapere se le sostanze estranee operano sul complesso della vita, per propagazione dinamica, mediante i nervi, o per transizione materiale nel sistema vascolare, e qui dobbiamo occuparci specialmente dei veleni che molestano immediatamente la vita animale.

II. Ecco quanto la esperienza sotto tale aspetto ne insegna:

1.° L'affezione dell'attività nervosa può essere puramente locale. La belladonna, applicata sull'occhio, determina la dilatazione della pupilla ed il disordine della vita, senza provocare altri accidenti. Medesimamente, l'applicazione dell'*arca concamerata* sulle labbra, e l'azione del vapore dell'acido cianidrico concentrato sulle dita, non cagionarono su queste parti che una sensazione di torpore prolungata per molte ore. L'oppio ed il ticunas, posti in rapporto colla faccia interna dell'intestino dei conigli, paralizzarono subito i muscoli intestinali, e prima di aver fatto nascere altri accidenti (2). Il nervo di una coscia di rana staccata dal corpo, immerso nella soluzione di oppio, perdette la sua irritabilità in tutte le porzioni immerse, ma non in quelle che non erano mica a contatto col liquido (3). Nervi di un animale vivente essendo stati confricati col veleno di vipera, assuusero color carico, e le parti muscolari circondanti

(1) Segalas, *loc. cit.*, p. 108.

(2) Christison, *Abhandlung ueber die Gifte*, p. 3.

(3) Muller, *Fisiologia del sistema nervoso*, trad. di A. J. L. Jourdan, Parigi, 1840, t. I, p. 64.

s' infiammarono alquanto, senza che la vita patisse veruna alterazione valutabile.

2.° I veleni, posti ad immediato contatto con porzioni denudate del sistema nervoso, non operano minimamente, od almeno esercitano un' azione incomparabilmente più debole di quando si applicano sopra il maggior numero delle altre parti molli. All'opposto, essi non uccidono mai più rapidamente, ed a più piccola dose, come quando si mescolano immediatamente col sangue, ed allora determinano nella vita animale gli stessi effetti specifici che in ogni altra circostanza. Secondo Fontana (1), il ticunas confricato sopra i nervi non indusse la morte. Lo stesso avvenne del veleno della vipera (2) e dell'acqua distillata di lauro-ceraso, giusta lo stesso autore (3); dell'acido cianidrico, secondo Wedemeyer (4); della falsa angustura, per avviso di Emmert (5); dell'upas tieutato, attenendoci ad Orfila (6); dell'upas antiar, pe' suoi stessi insegnamenti (7); dell'olio empireumatico di tabacco, secondo Macartney (8); della stricnina, secondo Bouillaud (9) e Muller (10), e va parlando. Pone Emmert (11), sotto tale aspetto, i nervi a parallelo coi tendini e cogli ossi. Se Hubbard (12) vide l'applicazione dell'acido cianidrico, o dell'estratto di noce vomica, sui nervi, trovantesi nella loro situazione naturale, e non separati dai loro contorni, produrre l'avvelenamento, le particolarità stesse della esperienza annunciano che le parti circondanti avevano preso interesse all'effetto prodotto. Il veleno della vipera (13), l'oppio (14) e l'olio empireumatico del tabacco (15), applicati al cervello, rimasero senza effetto, mentre, secondo Orfila (16), se ne manifestava subito uno portando dell'upas antiar nella sostanza di questo viscere, e l'upas tieutato determinava il tetano delle membra anteriori, o delle membra posteriori allorquando era posto in

(1) *Ueber das Viperngift*, p. 306.

(2) *Ivi*, p. 191.

(3) *Ivi*, p. 317.

(4) *Physiologische Untersuchungen ueber das Nervensystem*, p. 240, 244.

(5) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. I, p. 177.

(6) *Trattato dei veleni*, Parigi, 1827, t. II, P. I, p. 315.

(7) *Ivi*, t. II, P. II, p. 3.

(8) *Ivi*, t. I, P. II, p. 251.

(9) *Archivii generali di medicina*, t. X, p. 463.

(10) *Fisiologia*, t. I, p. 234.

(11) *Tuebinger Blaetter*, t. I, p. 88.

(12) *Gerson, Magazin der auslaendischen Literatur*, t. V, p. 154.

(13) *Fontana, loc. cit.*, p. 109.

(14) *Nysten, in Orfila, loc. cit.*, t. I, P. II, p. 145.

(15) *Macartney, in Orfila, loc. cit.*, p. 251.

(16) *Loc. cit.*, t. II, P. II, p. 3.

rapporto colla porzione cervicale, o colla porzione addominale della midolla spinale (1). Il veleno della vipera cagionò la morte più prestamente dopo essere stato iniettato nelle vene, che dopo essere stato introdotto nelle ferite; per tal guisa uccise desso in simil modo dei conigli in due minuti (2), ed un centesimo di grano bastò per indurre egual effetto sopra piccioni (3). Il ticunas cagionò la morte istantaneamente (4). Analoghe osservazioni furono eseguite rapporto all'acido cianidrico (5), alla digitale (6), alla belladonna (7), alla cicuta (8), all'upas, alla noce vomica, alla fava di sant' Ignazio (9) e simili. Tre grani di oppio iniettati nelle vene bastarono per far perire alcuni cani, mentre ve ne vollero fin 120 grani, introdotti nello stomaco, per produrre lo stesso risultato (10); e, nel primo caso, oltre i sintomi specifici durante la vita, osservossi la stessa replezione dei vasi cerebrali di quello che dopo la somministrazione del veleno nell'interno (11). Fu necessario altresì men alcool iniettato nelle vene per produrre, in più breve tratto di tempo, un'ubbrichezza analoga a quella che questo liquido determina allorquando esso è posto a contatto collo stomaco (12). Certe quantità considerabili di alcool, che possono cagionare la decomposizione evidente del sangue, e diverse altre sostanze dotate di azione analoga, come (alcali, acidi, sali neutri, sali terrosi), operano con maggior forza e prestezza quando s'introducono immediatamente nel sistema vascolare; ma questa è una particolarità di cui non dobbiamo qui occuparci. D'altronde, la potenza dei veleni narcotici dalla parte dei quali non si conosce verun'azione chimica sul sangue, si manifesta in ragione inversa della quantità di questo liquido, sicchè essa diviene più forte in seguito ad un salasso, e più lieve dopo una iniezione di acqua nelle vene (13).

3.° Acciocchè una parte serva alla introduzione delle sostanze

(1) *Ivi*, t. II, P. I, p. 314.

(2) *Fontana*, loc. cit., p. 180.

(3) *Ivi*, p. 162.

(4) *Ivi*, p. 306.

(5) *Orfila*, loc. cit., t. II, P. I, p. 187.

(6) *Ivi*, p. 273.

(7) *Ivi*, p. 239.

(8) *Ivi*, p. 290.

(9) *Ivi*, p. 330.

(10) *Westrumb*, *Physiologische Untersuchungen ueber die Einsaugungskraft der Venen*, p. 44.

(11) *Orfila*, loc. cit., t. II, P. I, p. 135.

(12) *Archivii generali*, t. XII, p. 105.

(13) *Ivi*, t. XIII, p. 165.

velenosa, non abbisogna di attenersi al resto del corpo mediante nervi, ma conviene che essa comunichi con lui per mezzo di vasi.

Il veleno della vipera uccise animali quando lo s'introduceva nei membri, i cui nervi erano legati o tagliati (1). Il voorora, portato entro una ferita nella zampa anteriore, dopo la sezione del plesso brachiale, produsse gli effetti che gli sono propri, con tanta prestezza come per solito (2). Avvenne lo stesso della falsa angustura (3); e l'acido cianidrico, applicato sulle zampe posteriori, compiutamente paralizzate dalla sezione della parte toracica della midolla spinale, cagionò l'avvelenamento come se il sistema nervoso fosse stato intatto (4). La sezione dei nervi pneumogastriaci o della midolla spinale, non ostò minimamente all'azione dei veleni narcotici, o dell'alcool, portati nei polmoni (5) o nello stomaco (6), sebbene Dupuy e Breschet pretendono non aver osservato avvelenamento in questo ultimo caso.

D'altra parte, l'effetto di un veleno non si propaga mica al resto della economia, allorquando la circolazione è fermata nelle parti che trovansi seco a contatto. Così, la falsa angustura (7), il voorora (8), l'acido cianidrico (9), ed altre sostanze velenose (10), non determinarono verun effetto generale quando avevasi sospesa la circolazione, mediante legatura o torcolare, nell'arto a cui furono applicati. Pari fenomeno avremo colla stricnina, dopo la legatura delle vene (11); coll'acido cianidrico, e colla falsa angustura, dopo quella dell'aorta ventrale (12); coll'oppio, dopo la sezione dei tronchi vascolari (13). Tuttavia, alcuni animali morsi nelle zampe da vipere morirono, quantunque fossero state tagliate fin all'osso tutte le parti molli (14), o le arterie legate o tagliate (15).

Ogni volta che dopo la sezione dei nervi e delle altre parti molli,

(1) Fontana, loc. cit., p. 191, 200.

(2) Reil, Archiv, t. XII, p. 183.

(3) Orfila, loc. cit., t. II, P. I, p. 339.

(4) Wedemeyer, loc. cit., p. 241.

(5) Archivii generali, t. X, p. 129, t. XIII, p. 108.

(6) Ivi, t. XII, p. 105, 109. — Muller, Fisiologia, t. I, p. 234.

(7) Orfila, loc. cit., t. II, P. I, p. 3.

(8) Ivi, t. II, P. II, p. 9.

(9) Wedemeyer, loc. cit., p. 245.

(10) Archivii generali, t. X, p. 12.

(11) Ivi, t. XII, p. 109.

(12) Orfila, loc. cit., t. II, P. I, p. 3, 339.

(13) Monro, Observations on the structure and functions of the nervous system, Edimburgo, 1783, in fog., p. 34.

(14) Fontana, loc. cit., p. 200.

(15) Ivi, p. 206.

una parte del corpo si atteneva per anco al resto mediante i suoi vasi, l'upas (1), l'oppio e l'acido cianidrico (2) agivano sul complesso della vita come lo fanno negli animali intatti. All'opposto l'azione dell'oppio non effettuavasi quando la parte non comunicava più col tronco se non mediante i suoi nervi (3).

4.° Finalmente, l'attitudine dei differenti organi a servire di punto di transizione pei veleni che attaccano la vita animale, non istà in ragione del numero dei loro nervi, ma in proporzione di quello dei vasi che ricevono e del loro potere assorbente. Così, si vide che il ticunas non opera sul complesso della vita quando lo si applichi all'occhio, che esso la interessa poco quando lo s'introduce nello stomaco, ma che la turba con grande violenza se lo si porti nelle ferite (4). Medesimamente, la vita generale è molestata con più forza allorquando l'upas (5), la lattuca virosa (6), la belladonna (7), la digitale (8), la cicuta (9), la noce vomica e la fava di sant' Ignazio (10) penetrano nel tessuto cellulare o nella cavità della pleura, di quando sono ricevuti per lo stomaco, cotanto ricco di nervi.

5.° L'azione sopra la vita generale è determinata altresì dagli organi centrali del sistema nervoso. Secondo Fontana, il veleno della vipera opera poco o nulla sopra le rane decapitate, o di cui tagliossi la midolla spinale (11); e la sua azione risulta men pronta sui conigli o sulle galline di cui, dopo la decapitazione, si mantiene la circolazione mediante una respirazione artificiale, che negli stessi animali allo stato normale (12). Brodie osservò eziandio in quest'ultimo caso, sopra cani, l'acceleramento dei battiti del cuore prodotto dal voorora o dalla infusione di tabacco, mentre negli animali non decapitati queste sostanze riducono il cuore al riposo (13). Emmert si appigliò specialmente a far risaltare l'azione che qui esercita la midolla spinale (14). L'upas, introdotto nel tessuto cellulare

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. II, p. 253.*

(2) *Christison, loc. cit., p. 12.*

(3) *Muller, Handbuch der Physiologie, t. I, p. 233.*

(4) *Fontana, loc. cit., p. 290.*

(5) *Orfila, loc. cit., t. II, P. II, p. 3.*

(6) *Ivi, p. 191.*

(7) *Ivi, p. 239.*

(8) *Ivi, p. 273.*

(9) *Ivi, p. 290.*

(10) *Ivi, p. 330.*

(11) *Loc. cit., p. 200.*

(12) *Ivi, p. 218.*

(13) *Reil, Archiv, t. XII, p. 166.*

(14) *Tuebinger Blaetter, t. I, p. 103.*

della coscia, determinava il tetano allora eziandio che il cervello era stato isolato mediante la sezione della midolla sotto del cranio; ma esso non lo provocava quando si distruggeva la midolla immediatamente dopo la introduzione del veleno, quantunque la circolazione persistesse ancora per sei minuti. Se il tetano era già avvenuto, esso cessava nelle zampe anteriori allorquando struggevasi la porzione pettorale della midolla, ed in quelle di dietro, quando distruggevasi la porzione ventrale del cordone (1). Segalas fece analoghe osservazioni sopra la stricnina (2).

6.° Da tutto ciò che si disse segue adunque, che i veleni, i quali operano perturbando la vita animale, disordinano le funzioni del sistema nervoso nelle parti toccate immediatamente da essi; ma che oltre questo disordine locale, essi non determinano verun effetto generale quando non giungono nel sangue per assorbimento. Una volta mescolati col sangue, essi possono modificarlo in modo che divenga incapace di servire al mantenimento della vita, e che la sua influenza, come condizione generale della vita (§§. 746, 774, 5.°), sia sottratta all' organismo. Ma questi veleni possono altresì agire sugli organi ai quali essi giungono col sangue, e per esempio, paralizzare il cuore, od in ispezialità ammorzare le parti centrali del sistema nervoso. Molti fatti parlano in favore di questa ultima opinione, emessa da Emmert. La stricnina, iniettata nelle vene di un animale, la cui aorta ventrale era legata, non determinò il tetano che nelle zampe anteriori, e non nelle posteriori (3); e l' oppio, iniettato nella carotide, cagionò la morte sebbene fosse in piccolissime dosi, mentre ne abbisognò maggior dose per produrre lo stesso effetto mediante la iniezione in un' arteria crurale od in una vena jugulare (4). Però certi veleni non abbisognano di essere condotti al cervello ed alla midolla spinale per la via ordinaria della circolazione; dispiegano essi la loro azione dacchè penetrarono nel sangue, sia che vi si spargano in sostanza secondo tutte le direzioni (§. 716, 2.°), sia che essi ne infettano la massa. Per tal guisa bastano alcuni secondi perchè l'acido cianidrico, versato nella bocca, determini la morte. L' upas e la stricnina non operano mai con maggior violenza di quando s' iniettano nelle vene (5), ed il voorora opera con pari rapidità, sia che lo s' introduca nella carotide, nell' arteria crurale, o nella vena jugulare (6).

(1) Orfila, loc. cit., t. II, P. I, p. 313.

(2) Archivii generali, t. XII, p. 109.

(3) Ivi, t. XII, p. 108.

(4) Orfila, loc. cit., t. I, P. II, p. 145.

(5) Ivi, t. II, Tav. I, p. 330.

(6) Christison, loc. cit., p. 16.

ARTICOLO II.

Organi dell' assorbimento.

§. 898. Qualunque sostanza organica, in generale, è atta ad attirare i fluidi posti a contatto con essa e ad imbevversene; però i soli organi della vita plastica possiedono inoltre la facoltà di propagare da lungi i fluidi di cui essi si sono penetrati, e di condarli alla massa del succo vitale. Questi organi formano due serie.

I. ORGANI ETTOPLASTICI.

Gli organi ettoplastici, che sono destinati al conflitto col mondo esterno, e che costituiscono il sistema cutaneo (§. 784), occupano il primo posto fra quelli che possiedono questa facoltà.

Siccome l' assorbimento, nei vegetali, si confonde colla nutrizione, così se ne parlerà più innanzi (§. 917).

Negli animali, l'assorbimento accade :

I. Per la pelle.

1.° La pelle assorbe l' acqua, del pari che le sostanze nutritive cui vi si trovano mescolate; e, sebbene non siavi verun animale in cui essa serva esclusivamente a tale funzione (§. 917, 3.°), vi prende tuttavia una gran parte in molti animali delle classi inferiori. Gli animali invertebrati nudi, che s' incresparono nell' aria secca, si gonfiano nell' acqua, come per esempio le filarie (1), i distomi (2), gli echinorinchi (3), e simili, ed i rotatorii totalmente disseccati vi ritornano eziandio in vita. Le lumache fuggono dalla secchezza e ricercano l' aria umida. Uno di questi animali, del peso di 358 grani, divenne, secondo Spallanzani (4), più pesante di 252 grani dopo essere stato immerso nell' acqua, e riperdette quindi del suo peso all' aria secca. Secondo Nasse (5), alcune lumache, pesanti 117 in 144 grani, che si rinchiusero in carta umida, acquistarono quaranta grani in mezz' ora; e certe lumache di giardino, le quali pesavano quasi

(1) Trevirano, *Die Erscheinungen des Lebens*, t. I, p. 508.

(2) Mehlis, *Observationes anatomicae de distomate*, Göttinga, 1825, in fog., p. 11.

(3) Rudolphi, *Fisiologia*, Berlino, 1828, t. II, P. II, p. 266.

(4) Memorie sopra la respirazione, Parigi, 1803, p. 137.

(5) *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie*, t. I, p. 482.

60 grani, crebbero di tre grani nello spazio di un quarto di ora. Le rane dimagransi rapidamente col secco, e non tardano a riprendere il loro precedente volume nell' acqua, sebbene esse non bevano (1). Uno di questi batraci, del peso di 566 grani, perdette all' aria, secondo Edwards (2), 85 grani in 21 ore, ed acquistò in seguito nell' acqua 165 grani in quattro ore. Una rana, del peso di 1294 grani, cui Bluff (3) aveva posta sotto carta grigia secca, vi divenne più leggera di 104 grani nello spazio di 36 ore, poi acquistò di nuovo 103 grani in tre ore sotto carta grigia bagnata.

La pelle umana assorbe altresì l' acqua, sebbene molto più leggermente. Collard de Martigny (4) tenne le sue mani immerse nell' acqua per mezz' ora, e le asciugò poscia con salvietta, la quale caricossi di 26 grani di liquido, il vaso era divenuto più leggero di 104 grani di un altro affatto simile, e ripieno di acqua alla stessa altezza; dunque, fatta deduzione dei 26 grani rimasti aderenti alle mani, 78 grani del liquido erano stati assorbiti; e sebbene la evaporazione fosse stata accresciuta dal calore delle mani, tuttavia dovette essa, somma totale, diminuire in conseguenza della diminuzione della superficie del liquido. Allorquando lo stesso sperimentatore teneva lo scavo della sua mano alla base di un imbuto pieno di acqua ed unito ad un tubo di vetro incurvato, lo trovava, dopo un' ora e mezzo, gonfiato come avrebbe potuto esserlo per l' azione di una ventosa, e soffriva qualche pena nel distaccarlo; erasi adunque prodotto un vuoto, e l' acqua si era abbassata nel tubo.

In 33 esperienze fatte (5) sul cambiamento che il peso del corpo umano soffre dopo un bagno di tre in quattro ore, Seguin comprovò sempre una diminuzione. La perdita, termine medio, era come segue :

Temperatura.	Nel bagno.	All' aria libera.	Proporzione.
10 gradi.	819 grani.	2255 grani.	:: 1 : 2,75
18 —	1525 —	3171 —	:: 1 : 2,07
28 —	1005 —	3088 —	:: 1 : 3,07

Giusta tutto questo, il corpo perdeva infinitamente meno nel bagno che all' aria, tanto se il mezzo umido diminuisse la esalazione, come se l' assorbimento compensasse in parte la perdita patita. Ammetteva Seguin

(1) *Trevirano, Biologia, t. IV, p. 289.*

(2) *Dell' influenza degli agenti fisici sulla vita, Parigi, 1824, p. 596.*

(3) *Diss. de absorptione cutis, p. 22.*

(4) *Archivii generali, t. X, p. 304; t. XI, p. 79.*

(5) *Meckel, Deutsches Archiv, t. III, p. 586.*

la prima di queste due ipotesi, e pretendeva che la esalazione polmonare stessa fosse diminuita, nel bagno, per la umidità dell'aria. Ma, giusta le sue proprie esperienze, siffatta esalazione ascende, nelle circostanze ordinarie, a sette grani per minuto (816, 4.^o), in conseguenza a 1680 grani in 4 ore, e per certo essa deve essere piuttosto accresciuta che diminuita in un bagno caldo, in ragione dello stato dal sistema sanguigno. D'altra parte, Dill (1) comprovò la realtà dell'assorbimento, che Kaauw (2) aveva già dimostrato. Un giovane che abitualmente perdeva 600 grani, nello spazio di mezz'ora, per effetto della traspirazione, divenne più pesante di 30 grani dopo mezz'ora di soggiorno in un bagno a 24 gradi R., e di 60 dopo essere rimasto un quarto di ora in altro bagno a 28 gradi. Un uomo, la cui traspirazione ascendeva a 240 grani in 20 minuti, non aveva cambiato di peso dopo essere rimasto lo stesso tratto di tempo in un bagno a 31 gradi; sicchè qui la esalazione e l'assorbimento si erano controbilanciati. Berthold (3) era divenuto pesante di 180 grani dopo un bagno alla temperatura di 22 gradi, prolungato per un quarto di ora; sicchè ove si valuti, colla scorta della misura precedente, la sua esalazione polmonare a 105 grani, esso aveva assorbito 285 grani di acqua; seguendo lo stesso calcolo, la sua pelle assorbì, in un bagno a 28 gradi, 276 grani in un quarto di ora, 725 grani in tre quarti di ora, e 930 in un'ora. Madden (4) osservò egualmente un aumento del peso di suo corpo per effetto di un bagno di mezz'ora, durante il quale esso respirava l'aria esterna mediante un tubo attraversante la finestra.

Collard de Martigny (5) trovò, nelle esperienze precedentemente citate, che il brodo ed il latte erano assorbiti come l'acqua; donde ne segue che la pelle può, sostituire, fin a certo punto, gli organi digestivi. Si sa che molti marinai, privati di acqua bevibile, estinsero la loro sete involgendosi il corpo con pannilini imbevuti di acqua di mare. Pretendeva Currie che, in tal caso come nel bagno, l'effetto prodotto dipendeva unicamente dalla diminuzione della traspirazione, poichè la sete cessa altresì durante il bagno, quantunque il peso del corpo non aumenti, e che in conseguenza non si effettui assorbimento. Ma, oltre aver desso obbliato che la traspirazione continua nel bagno, si confutò da se stesso mediante una delle sue osservazioni. Infatti un uomo che non poteva inghiottire

(1) *Nuova biblioteca medica*, 1826, t. IV, p. 404.

(2) *Haller, Element. physiolog.*, t. V, p. 88.

(3) *Muller, Archiv*, 1838, p. 178.

(4) *Medico-chirurgical review*, t. XXXIV, p. 187.

(5) *Archivii generali*, t. XI, p. 84.

una sola goccia di liquido, atteso uno scirro ostruente l'esofago, fu posto all'uso non solo dei clisteri nutrienti, ma inoltre di bagni di acqua e latte; dopo ogni bagno esso sentivasi più forte e non pativa più sete; perdette inoltre, mediante le orine e le evacuazioni alvine, più che non lo comportassero i clisteri, e più altresì che il montante della diminuzione del peso del suo corpo. In un caso analogo, Cruikshank osservò che i bagni tiepidi estinguevano la sete, e ristabilivano la secrezione urinaria, dapprima mancante. Parla Van Mons (1) di un malato dello stesso genere, la cui vita fu per qualche tempo prolungata mediante spugne imbevute di brodo che gli si applicavano sopra diverse parti del corpo.

2.° L'assorbimento di sostanze estranee all'organismo si dimostra in molte maniere:

a. Mediante la diminuzione che queste sostanze comportano nella loro quantità al lorquando esse rimasero per alcun tempo in contatto colla pelle. Avendo Seguin (2) immerso il braccio per un'ora in una massa di acqua di dieci libbre a 18 gradi, ed avente in dissoluzione due scrupoli di sublimato, trovò in seguito che erano stati assorbiti uno in due grani del sale. Avendo lasciato applicato sul suo basso-ventre della scammonea, del calomelano, della gomma gotta, del tartaro stibiato e del sale alembrot, di ognuno 72 grani, mediante un vetro di orologio che copriva ognuna di queste sostanze, riconobbe che dopo dieci ore la perdita era di un quarto di grano per la scammonea, due terzi di grano pel calomelano, un grano per la gomma gotta, cinque pel tartaro stibiato, e dieci per l'ultimo sale (3).

b. Mediante l'azione specifica che le sostanze estranee, poste a contatto colla pelle, esercitano sopra la vita. Così, accade avvelenamento per l'applicazione del virus sifilitico sulle labbra o sul glande, o per effetto dell'arsenico in polvere sparso sulla pelle della testa. Le fregagioni col mercurio determinano la salivazione, e quelle colle cantaridi l'ardore di orina. I purganti, gli antelmintici ed altri medicamenti, operano altresì, quand'anche si adoprino all'esterno, cosa di cui Haller (4), Soemmering (5) ed altri, riunirono molti esempj.

c. Mediante la scoperta che si fa talvolta nel sangue delle sostanze

(1) Meckel, *Archiv fuer Anatomie*, 1827, p. 502.

(2) *Loc. cit.*, t. III, p. 593.

(3) *Ivi*, p. 597.

(4) *Loc. cit.*, t. V, p. 85-88.

(5) *Gefasslehre*, p. 529.

Burdach, *Vol. IX.*

poste in rapporto colla pelle. Autenrieth e Zeller (1), Schubarth (2) e Buchner, assoggettando alla distillazione il sangue di animali ai quali avevansi praticate fregagioni mercuriali, ritrovarono una piccola quantità di questo metallo, sebbene Rhades, Abele e Gnuschke non abbiano potuto pervenire a comprovarne così la presenza. Lebkuchner (3) rinvenne cloruro di bario nel sangue di conigli che avevano comportate fregagioni con questo sale. Cantù (4) e Bennerscheidt (5) scopersero il jodio nel sangue dei malati che avevano usato di tale sostanza per fregagioni. Dopo un piediluvio, nella cui acqua avevasi aggiunto cianuro di potassio, Westrumb (6), trovò questo sale nel sangue tratto dalla coscia mediante ventose; e dopo la immersione del braccio in una decozione di rabarbaro, riconobbe egli egualmente questa nel sangue (7). Bluff (8) comprovò la presenza dell'acido cianidrico nel sangue dei fanelli e dei cani, a cui ne aveva fregato il disotto delle ali nei primi, e la pelle rasa del petto nei secondari. Trovò eziandio Jacobson (9) del cianuro di potassio nel sangue di lumache sul corpo delle quali egli ne aveva applicato.

d. Finalmente, mediante la possibilità che hassi talvolta di riconoscere nelle secrezioni la presenza di sostanze assorbite dalla pelle, cosa di cui abbiamo già precedentemente riportati alcuni esempj (§. 865, 2.º, 8.º, 11.º). Aggiungiamo inoltre che se Rousseau (10) non riscontrò nulla d'insolito nella orina, dopo l'azione del vapore di essenza di terebintina, sulla pelle, e se, in conseguenza, esso negò l'assorbimento pei tegumenti esterni, altre esperienze condussero ad un risultato inverso. Bradner Stuart (11) si bagnò per due ore e mezzo in una infusione satura di robbia, e scoperse in seguito quest'ultima nella orina, la quale si tinse di rosso-carico coll'aggiunta del carbonato di potassa; il rabarbaro e la curcuma si annunciarono in pari modo nella orina, dopo un bagno nella infusione di queste sostanze; avendo l'esperimentatore portato per un'ora e mezzo un impiastro di aglio sotto le ascelle, non che sulla faccia interna delle coscie

(1) *Reil, Archiv, t. VIII, p. 228.*

(2) *Horn, Neues Archiv, 1823, t. II, p. 419.*

(3) *Archivii generali, t. VII, p. 424.*

(4) *Giornale di chimica medica, t. II, p. 291.*

(5) *Ivi, t. IV, p. 383.*

(6) *Meckel, Archiv fuer Anatomie, 1827, p. 506.*

(7) *Ivi, p. 508.*

(8) *Loc. cit., p. 23.*

(9) *Bollettino delle scienze med., di Ferussac, t. XVII, p. 331.*

(10) *Reil, Archiv, t. VIII, p. 383.*

(11) *Meckel, Deutsches Archiv, t. I, p. 151.*

ed alle cavicchie, con la cautela di respirare mediante tubo andante in istrada e fissato alla bocca ed al naso con empiastro conglutinativo, il suo alito e la sua orina esalarono, dopo alcune ore, l'odore specifico dell'aglio. Riconobbe egualmente Sewall (1), mediante l'aggiunta della potassa alla orina, il coloramento particolare del rabarbaro e della robbia, dopo aver tenuto per alcun tempo i suoi piedi e le sue mani immerse in una infusione di queste sostanze.

II. Certi vapori sparsi nell'atmosfera vengono assorbiti senza che si possa determinare giustamente qual parte spettasi alla pelle od ai polmoni.

1.° Giusta le osservazioni di Edwards (2), le rane e le capibare non perdono minimamente del proprio peso nell'aria umida, e, siccome in tal caso, la loro traspirazione, sebbene diminuita, non può essere affatto sospesa, bisogna che un assorbimento eguale alla esalazione sia la causa che fa rimanere identico il loro peso. Gli animali che vivono sotterra od entro caverne, periscono prestissimamente nell'aria secca.

Spesso il corpo umano aumenta rapidamente di peso senza che siano stati presi alimenti. Fontana era divenuto più pesante di alcune oncie dopo una passeggiata con tempo umido, sebbene, durante questo tratto di tempo, fosse stato assoggettato all'azione di un purgante, ed una mattina, Home trovò il suo peso più considerabile che la vigilia di sera, benchè desso avesse sudato durante la notte. Assorbi Keil, nello spazio di una notte, 13 oncie della umidità atmosferica, e Lining 8 oncie in ore 2 $\frac{1}{2}$ (3). Valuta Gorter siffatto assorbimento, durante la notte, dalle 2 alle 6 oncie (4). Comprendesi, dopo tutto questo, perchè beviamo meno e rendiamo più orina quando il tempo è umido. Dipende forse pure in parte da questa causa che, nei climi umidi, il corpo sia gonfio e più ricco di liquidi acquosi. Il fenomeno riesce specialmente visibilissimo nel diabete. Così, per citare alcuni esempi, Dill (5) osservò un diabetico, il quale, per un anno intiero, evacuò ogni giorno più orina di quanti alimenti solidi e liquidi esso prendeva; in un altro, la copia dell'orina oltrepassava di 140 libbre, durante 5 settimane, quella degli alimenti e delle bevande; siccome quest'individuo smagrivasi molto, una parte della perdita deve essere posta sul conto della decomposizione che comportavano i solidi organici; ma la diminuzione del peso del suo corpo non essendo stata che di 27 libbre

(1) *Ivi*, t. II, p. 146.

(2) *Loc. cit.*, p. 259, 362.

(3) *Edwards, loc. cit.*, p. 364.

(4) *Haller, loc. cit.*, t. V, p. 89.

(5) *Nuova bibl. med.*, 1826, t. IV, p. 404.

durante questo spazio di tempo, bisogna tuttavia che 113 libbre siano state attinte nell' atmosfera. Osservò pure Boerhaave alcuni casi d'idropisia nei quali i malati quasi non bevevano, sebbene evacuassero molta copia di urina e si gonfiassero sempre più.

2.^o In quanto a ciò che concerne le sostanze estranee, si sa che il dormire in un luogo ove trovasi molta acquavite, produce uno stato analogo alla ubbriachezza ed il male di capo. La salivazione si manifesta di frequente in quelli che tengonsi abitualmente nella camera dei malati assoggettati alle fregagioni mercuriali. Secondo Bichat, le persone abitanti appartamenti nuovamente dipinti ad olio, evacuano urine esalanti odore di viola, dovuto all' olio di terebintina di cui valgonsi i pittori per istemperare i colori (1). I flati dell' anatomico che rimane di mezzo ai cadaveri putrefatti, hanno odore cadaverico, e questo fenomeno succedeva in Bichat, quand' anche, chiudendosi il naso, disseccava respirando mediante tubo prolungato fuori della finestra, sicchè qui la sola pelle poteva assorbire. Non è raro che un uomo, il quale pesti alla lunga sciarappa, trovisi purgato, effetto a cui può, per dir vero, contribuire la polvere inghiottita colla saliva; ma Rochefort (2) osservò lo stesso fenomeno dopo lungo soggiorno nei dintorni di grande cumulo di foglie di sena.

III. I polmoni assorbono egualmente.

1.^o E dapprima assorbono acqua allo stato liquido. Già Haller (3) ammetteva che possa penetrare alquanto umidità nella laringe, durante la deglutinazione, senza provocare la tosse. I moderni iniettarono acqua nei polmoni, per la trachea, in molti animali; allorquando questo liquido era in quantità considerabile, esso rendeva la respirazione difficile ed il polso debole; ma gli animali non tardavano a rimettersi, prova incontrastabile che l' acqua era stata assorbita. Così, alcuni gatti sopportarono due oncie di acqua, secondo Goodwin; alcuni cani un bicchier pieno, secondo Segalas (4); dei cavalli, più di due boccali, secondo Gohier. Mayer (5) giunse ad iniettare poco a poco quattro oncie e mezzo di liquido ad alcuni conigli, nello spazio di 24 ore. Desault, per inavvertenza, iniettò un giorno del brodo nei polmoni, invece che nello stomaco, senza che il malato ne patisse gravi accidenti (6).

(1) *Ricerche fisiologiche sulla vita*, p. 301.

(2) Schreger, *Beitraege zur Cultur der Saugaderlehre*, p. 201.

(3) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 89.

(4) Froriep, *Notizen*, t. IV, p. 285.

(5) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. III, p. 494.

(6) Magendie, *Lezioni sui fenomeni fisici della vita*. Parigi, 1836, t. I, p. 31.

2.^o Alcune sostanze estranee sono egualmente assorbite dai polmoni, come lo attestano gli effetti da esse prodotti sul complesso della vita. Allorquando Piollet immergevasi la testa nel vapore dello spirito di vino, era colto da ebbrezza (1). Per asserzione di Magendie (2), la stricnina, iniettata nei polmoni, uccide prestamente gli animali. Se fassi respirare acido cianidrico ad una capibara, essa cade subito in istato di morte apparente, poi ritorna a sè quando le si tiene poscia ammoniacca sotto il naso (3). La maggior parte dei principii contagiosi, ed anche tutti, secondo Magendie (4), vengono assorbiti dagli organi respiratorii. Il cianuro di potassio, dopo essere stato iniettato nei polmoni, si lascia riconoscere nel sangue, come lo attestano le osservazioni di Mayer (5), di Seiler (6) e di Piollet (7). Finalmente, le sostanze estranee, in tal maniera assorbite, furono pur rinvenute nella orina (§. 865, 3.^o), nella bile (§. 865, 2.^o) ed altre secrezioni, od anche in parti solide, specialmente da Mayer (8) e Piollet.

IV. L' assorbimento accade nell' apparato digestivo.

1.^o Gli organi digestivi assorbono acqua ed alcune sostanze alimentari; ecco quanto provano, non solo gli effetti sopra la vita, ma eziandio la scomparsa evidente di questi liquidi. Avendo Magendie legato il piloro ad alcuni cani, fece loro bere acqua pura, o mescolata con diverse sostanze, di cui, in capo ad un' ora, egli non trovò più veruna traccia nello stomaco. Tiedemann e Gmelin osservarono che certe sostanze coloranti ed altre perdonsi poco a poco nel tragitto del canal intestinale. Gli escrementi che soggiornano alla lunga negli intestini, s' induriscono sempre più. Quando si ferma la diarrea, le materie fecali diventano dure, ed i clisteri non procurano spesso allora che evacuazioni solide.

2.^o Le sostanze estranee assorbite furono spesso trovate nel sangue; per esempio, il rabarbaro da Westrumb (9); l' indago da Tiedemann e Gmelin; diverse sostanze odorifere da Denis (10); il cianuro di potassio da Tiedemann e Gmelin, Seiler e Ficino (11), Mayer (12),

(1) *Bollettino di Ferussac*, t. VII, p. 220.

(2) *Loc. cit.*, t. I, p. 31.

(3) *Ivi*, p. 132.

(4) *Ivi*, p. 69.

(5) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. V, p. 47.

(6) *Zeitschrift für Natur- und Heilkunde*, t. II, p. 387.

(7) *Loc. cit.*

(8) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 498; t. V, p. 47.

(9) *Ivi*, t. VII, p. 528.

(10) *Ricerche sul sangue*, p. 82.

(11) *Loc. cit.*, t. II, p. 384.

(12) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 487; t. VI, p. 39.

Westrumb (1) ed Home (2); il solfato di ferro da Tiedemann e Gmelin; il piombo dagli stessi sperimentatori; il jodio da Cantu (3); l'acido solforico da Bouchardat (4). Segalas (5) vide il sangue più denso in alcuni animali, nello stomaco dei quali aveva iniettato alcool, ed Arnold (6) lo trovò più liquido in altri che avevano preso sal ammoniaco. Esempii del passaggio di sostanze estranee nei liquidi separati, e nelle parti solide, furono citati superiormente (§. 865, I, II, 1.°, 6.°, 12.°, VI, VII). Haller ne riporta egualmente (7).

II. ORGANI ENTOPLASTICI.

§. 897. Gli organi entoplastici, quelli destinati al conflitto interno (§. 781), assorbono egualmente sostanze estranee, per condurle nel sangue.

1.° Iniettando aria, pus (8) od altri liquidi nel tessuto cellulare, e turando l'apertura, queste sostanze spariscono in breve tempo. Il cianuro di potassio, introdotto nel tessuto cellulare, fu ritrovato subito dopo nel sangue (9). La tintura di aloe, cui avevasi largamente adoprata in applicazione sopra ossi carciati, rese le egestioni più abbondanti (10). Il cianuro di potassio recato sotto la pelle, dinotò poscia la sua presenza nelle parti solide e negli umori separati (11). Lo stesso sale e l'osmazomo mescolati seco, apparvero nella orina (12), l'alito esalò l'odore di canfora cui Magendie aveva introdotta nel tessuto cellulare presso alcuni cani, e quello della essenza di terebintina che Wedemeyer aveva iniettata in tragitti fistolari che un malato portava sul dorso (13).

2.° Certi liquidi estranei cui insinuansi nei sacchi sierosi spariscono prestamente. In quanto concerne il peritoneo, questo fatto fu osservato da Haller (14) per l'acqua e pel vino, da Christison (15) per l'acido

(1) *Ivi*, t. VII, p. 529-534.

(2) *Philos. Trans.*, 1811, p. 163.

(3) *Giornale di chimica medica*, t. II, p. 291.

(4) *Annali d'Igiene pubblica, e di med. legale*, t. XVII, p. 372.

(5) *Archivii generali*, t. XII, p. 105.

(6) *Tiedemann, Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, p. 134.

(7) *Loc. cit.*, t. VII, p. 56-61.

(8) *Magendie, Giornal*, t. II, p. 7.

(9) *Ferussac, Bollettino delle sc. med.*, t. IV, p. 54.

(10) *Schreger, loc. cit.*, p. 201.

(11) *Foderà, Ricerche sull'assorbimento e sopra la esalazione*, p. 48.

(12) *Magendie, Giornal*, t. VIII, p. 206.

(13) *Loc. cit.*, p. 447.

(14) *Loc. cit.*, t. VI, p. 343.

(15) *Loc. cit.*, p. 11.

ossalico, e da Hering (1) per diverse sostanze. Il sangue, iniettato nell'aracnoide cerebrale, non tarda neppure a sparire, ed esce in parte mediante la urina (2). La stricnina portata nella pleura (3) e l'olio essenziale di mandorle amare steso sulla tonaca peritoneale del fegato o dell'intestino (4), produssero in breve tempo i sintomi di avvelenamento che sono loro proprii. Ritrovò Lebkuchner (5) nel sangue il cianuro di potassio iniettato nella cavità addominale. Alcuni esempi del passaggio di certe sostanze estranee nelle secrezioni, furono citati precedentemente (§. 865, 4.°, 7.°), ed altri di riassorbimento di materiali organici saranno riportati più innanzi (§. 910).

III. VASI ASSORBENTI.

§. 900. Negli animali privati di sangue, l'assorbimento si compie in tutta la sostanza organica indistintamente; ma, allorché evvi una circolazione, essa viene esercitata da certi tessuti elementari degli organi, dai vasi efferenti. Infatti, la corrente centripeta che regna in questi vasi annuncia tanto bene la tendenza alla riunione, quanto una corrente centrifuga denota quella alla segregazione, alla separazione del sangue (§§. 775, 777). Siffatta direzione centripeta è talmente inseparabile dalla idea di un assorbimento, che già fin dai tempi più antichi presso i popoli più grossolani, l'applicazione di legatura fra il tronco ed il punto leso era usata, nel caso di ferite avvelenate, per prevenire l'azione del veleno sopra la vita generale. Siccome, ovunque dove la organizzazione assunse un gran grado di sviluppo, le funzioni sono divise e ripartite ad organi diversi, alle vene, le quali, negli invertebrati, non servono che a ricondurre il succo vitale, si aggiunge, nei vertebrati, il sistema dei vasi linfatici, le cui radici non hanno veruna connessione col sistema sanguigno, ma le cui estremità s'imboccano nelle vene. Secondo la legge generale dello sviluppo organico, questi vasi costituiscono un sistema sempre più distinto nelle differenti classi di animali vertebrati. Sono dessi, nei pesci, alcuni canali semplici, dilatati tratto tratto, che formano alcuni plessi anastomizzandosi gli uni cogli altri, e che, indipendentemente dalla imboccatura del loro tronco principale in una vena anteriore, comunicano inoltre

(1) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. IV, p. 498-533.

(2) Burdach, *Vom Baue des Gehirns*, t. III, p. 9.

(3) Magendie, *Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 21.

(4) Foderà, *loc. cit.*, p. 20.

(5) *Archivii generali*, t. VII, p. 424.

con altre vene mediante numerosi rami. Nei rettili, questi canali presentano valvole, rare a dir vero, e che malamente si combinano, sicchè giungesi senza fatica a far passare la iniezione dai tronchi nei rami. Negli uccelli, il maggior numero formano ancora plessi, ma che, nel collo, sono sviluppati, per effetto della loro concentrazione, dell' annessione di molti vasi sanguigni, e dell' addizione di un tessuto cellulare tanto interno che avviluppante, in organi particolari conosciuti col nome di glandole, o più esattamente di gangli linfatici (§. 783, 14.^o), ed ai quali Krause (1) dà quello di nodi linfatici. Nei mammiferi, questi gangli sono più numerosi, più sviluppati, e le connessioni col sistema venoso non hanno tanta estensione.

I. Il più piccolo dei tronchi linfatici riceve i vasi linfatici della testa, del collo, del petto e del braccio destro; s'imbocca nella riunione delle vene giugulare e brachiale destre. Il tronco principale, od il canale toracico, che s'imbocca colle vene corrispondenti del lato sinistro, è formato dalla riunione dei vasi linfatici del rimanente del corpo. Talvolta il piccolo tronco sembra mancare, ed il grande ricevere tutti i linfatici della economia umana. D' altronde, al pari che il sistema considerato nel suo complesso, presenta innumerevoli varietà, così pure i due tronchi sono spesso divisi nella loro imboccatura nelle vene. Quanto al sapere se il sistema linfatico comunica ancora sopra altri punti colle vene, è questo un quesito anatomico, il quale non manca d'importanza per la fisiologia.

1.^o Aveva preteso Lippi non solo che i linfatici comunichino liberamente colle vene mediante le loro radici, ma inoltre che essi s'imbocchino di frequente con quelle sopra il loro tragitto, e che in particolare essi apronsi nelle vene pudenda interna, renale, porta, azigos e cava. Ma fu provato specialmente da Fohmann (2), Panizza (3) e Lauth (4), che simili comunicazioni di vasi linfatici liberi avvengono bensì nei pesci, nei rettili e negli uccelli, ma che esse non appartengono mica ai mammiferi, e che Lippi dovette prendere per linfatici alcuni piccoli rami venosi. Nè vuolsi già dire con ciò che una disposizione di tal genere non possa esistere come varietà, giacchè Wutzer (5) ne cita alcuni esempj, e dice avere esso stesso veduto un canale toracico, il quale si apriva nella azigo, ma che era otturata nel suo lato superiore.

(1) *Handbuch der menschlichen Anatomie*, t. I, p. 29.

(2) *Das Saugadersystem der Wirbelthiere*, t. I, p. 4.

(3) *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, Pavia 1830, in fogl. p. 68.

(4) *Saggio sopra i vasi linfatici*, Strasburgo, 1824.

(5) *Muller, Archiv*, 1734, p. 311.

2.^o Meckel il vecchio (1) vide le iniezioni passare dai gangli linfatici dello stomaco nella vena gastro-epiploica sinistra, e da quelli del collo e delle ascelle nelle vene giugulari e succlavie; fece egli eziandio incidere molti vasi linfatici andanti dai gangli alle vene dello stomaco (2). Più tardi (3), Meckel giovane osservò che i vasi cui recansi dai gangli linfatici in tronchi venosi erano rami venosi, ed in conseguenza ammise che una comunicazione immediata esista fra i due ordini di vasi nell' interno stesso di questi gangli, atteso che il liquido condotto a questi, sebbene esso penetri più facilmente nei vasi efferenti, può per altro essere spinto altresì in alcune vene per effetto della pressione. Abernethy (4) credeva aver veduto, nei gangli mesenterici dei cetacei, alcune bocche aperte di vasi sanguigni; ed in altri animali, esso aveva spinto aria dai gangli linfatici nelle vene; ma questo ultimo fenomeno non accadeva, per suo avviso, che mediante i vasi linfatici efferenti. Fohmann confutò la ipotesi di orificii aperti nell' interno dei gangli linfatici (5), del pari che l' altra di vasi linfatici efferenti andanti a terminare nelle vene, e sostenne, all' opposto, colla scorta di numerose ricerche, che i vasi linfatici s' imboccano, in parte, od anche in totalità, con vene nell' interno dei gangli. Così, nell' uomo specialmente, alcune iniezioni passarono dai vasi linfatici del mesenterio nelle vene (6). Pari cosa avvenne nei cani, ove i linfatici uscenti dai gangli mesenterici riuniti in pancreas di Asellio, sono della metà meno voluminosi che gli afferenti (7), nei cavalli (8) e nelle bestie a corna (9). Esegui Fohmann analoghe osservazioni sopra i gangli linfatici delle membra (10), ma egli riscontrò altresì alcuni casi nei quali la iniezione passava dai linfatici nelle vene soltanto, ed in cui non poteva scoprire verun vaso efferente; tale era il caso di alcuni gangli mesenterici dell' uomo (11), del cane (12),

(1) *Diss. dei vasi linfatici*, p. 11, 16.

(2) *Nova experim. et observ. de finibus venarum*, Berolini, 1772, p. 5.

(3) G. T. Soemmerring *decem lustra post gradum doctoris gratulatur Meckel*. Lipsia, 1828. tav. IV.

(4) Reil, *Archiv*, t. II, p. 235.

(5) *Mem. sopra le comunicazioni dei vasi linfatici colle vene*, Liegi, 1832, in 4.^o, p. 13.

(6) *Anatomische Untersuchung ueber die Verbindung der Saugadern mit den Venen*, p. 25.

(7) *Ivi*, p. 35.

(8) *Ivi*, p. 55.

(9) *Ivi*, p. 58.

(10) *Ivi*, p. 30, 39.

(11) *Ivi*, p. 32.

(12) *Ivi*, p. 36.

del gatto (1), e della martora (2), e di alcune glandole ascellari dell' uomo e del cane (3). Pretese Fohmann specialmente che, nella foca, le glandole mesenteriche e bronchiali non somministrino che vene e non vasi linfatici (4). Fece Lauth osservazioni dello stesso genere (5); sostenne egli che i linfatici s' imbocchino in parte con vene nell' interno dei gangli, e che avvenga loro talvolta di gettarvisi per intero nel sistema venoso, senza che allora i gangli somministrino verun vaso efferente (6). Panizza si attiene maggiormente alle sue osservazioni, le quali gli dimostrarono le iniezioni passanti dei gangli linfatici maggiormente diversi dell' uomo nelle vene vicine, coll' intermedio di rami venosi efferenti (7). Rossi (8), Amussat (9), Mayo (10) e Luchtmans (11) osservarono egualmente questi fatti.

II. Già Stenson, Kaauw e molti altri, avevano veduto alcuni liquidi passare da certi linfatici in diverse vene; ma Haller (12) sospettava riguardo alla esattezza delle loro osservazioni, e le credeva fondate unicamente sopra varietà di struttura o sopra errori, atteso che la natura sembra essersi proposta di prolungare il soggiorno del chilo e della linfa nei loro vasi, applicando ovunque questi ultimi alle vene immediatamente, facendoli pur andare fin al canal toracico, il quale costeggia altresì i tronchi venosi, ma non vi si imbocca, e si apre soltanto nella vena succlavia.

1.° Se vi fossero comunicazioni multiple, sarebbe appena possibile che le iniezioni dei vasi linfatici riescissero mai compiutamente, giacchè il mercurio passerebbe nelle vene, le quali sono più ampie; ed infatti, non si giunge a riempire il canale toracico che legando esso o l' arteria succlavia; è però di regola che la iniezione, spinta per un linfatico qualunque, giunga in questo canale.

2.° Il passaggio dei linfatici nelle vene, nell' interno dei gangli, sebbene lo si abbia di frequente osservato non è adunque che un fatto eccezionale, ned avviene se non in quanto soffra ostacoli lo scolo della linfa

(1) *Ivi*, p. 41.

(2) *Ivi*, p. 43.

(3) *Ivi*, p. 40.

(4) *Ivi*, p. 44.

(5) *Loc. cit.*, p. 35.

(6) *Neues Handbuch der praktischen Anatomie*, t. II, p. 238.

(7) *Osservazioni fisiologiche*, p. 42-47.

(8) *Archivii generali*, t. X, p. 439.

(9) *Ivi*, t. XIV, p. 111.

(10) *Outlines of human physiology*, p. 160.

(11) *Froriep, Notizen*, t. XLI, p. 183.

(12) *Loc. cit.*, t. I, p. 172-180.

pei linfatici. Così Antonmarchi (1), quando aumentava la pressione, determinava ordinariamente la lacerazione dei vasi linfatici, piuttosto che far passare il mercurio dai gangli nelle vene; e quando avveniva quest' ultimo effetto, il metallo introducevasi pur spesso nelle arterie (2). Egli è adunque qui come delle iniezioni, le quali passano talvolta da un ordine di canali in un altro (§. 877 11.º). Mayo, ad esempio (3), spinse l' inchiostro dall' arteria mesenterica di un cane nelle vene e nei linfatici del mesenterio, e dall' arteria epatica nei linfatici del fegato.

3.º Una lacerazione può in simil caso avvenire, ed essa è tanto più probabile, in quanto che il mercurio, una volta che incominci a passare nelle vene, fluisce in seguito ad un tratto e facilissimamente anche dai vasi linfatici cui aveva fin allora riempiti (4). Non osservò Hewson siffatto passaggio, sui cadaveri umani, che in gangli linfatici malati (5); e Mascagni non lo considera, del pari che Astley Cooper (6), se non come un effetto della lacerazione. Antonmarchi (7) e Biancini (8) comprovano eziandio che succedeva allora uno stravasamento; e Biancini vide che, quando esso aveva legato i vasi linfatici uscenti da un ganglio, il mercurio fluiva, per una rottura di questo genere, tanto nelle vene che nelle arterie.

4.º Sebbene alcuni osservatori attentissimi non abbiano riscontrato stravasamento, la pressione potè benissimo bastare per far passar il mercurio attraverso le sottili pareti dei linfatici e delle vene addossate le une alle altre, nella guisa stessa che torna facile spingere le iniezioni dalle arterie polmonari nei bronchi (9).

5.º In ogni caso, non si dimostrò per anco anatomicamente veruna continuità tra un vaso linfatico ed una vena nell' interno di un ganglio. Alberto Meckel (10) non potè farlo, sebbene fosse pervenuto a determinare il passaggio della iniezione in una vena attraverso un ganglio mesenterico.

6.º Se i vasi linfatici comunicassero col sistema vascolare per altri

(1) *Bolletino delle scienze mediche di Ferussac*, t. XVIII, p. 161.

(2) *Ivi*, p. 8.

(3) *Outlines of human physiology*, p. 160.

(4) *Hildebrand, Anatomie*, t. III, p. 116.

(5) *Experimental inquiries*, t. III, p. 153.

(6) *Rosenmuller, Beitræge fuer die Zergliederungskunst*, t. I, p. 69.

(7) *Loc. cit.*, t. XVIII, p. 165.

(8) *Ivi*, t. XXI, p. 2.

(9) *Hildebrand, Anatomie*, t. III, p. 115.

(10) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, p. 172.

punti che i loro tronchi, il liquido dovrebbe fluire senza ostacolo dopo la legatura di questi ultimi; ma non si osserva nulla di simile; anzi, all'opposto, effettuasi allora un distendimento contro natura, e per ultimo una lacerazione (§. 907, 4.^o).

7.^o Il motivo decisivo per ammettere un passaggio immediato, sarebbe la mancanza di qualunque vaso linfatico uscente dai gangli mesenterici della foca; ma Rosenthal (1) provò esservene eziandio in questo animale. Riconobbe altresì Knox (2) che essi esistevano, che continuavano senza interruzione fin al tronco comune dei linfatici, che si riscontravano egualmente nel delfino; che non esisteva la unione colle vene ammessa da Abernethy nella balena, e che la iniezione non passava nelle vene se non in quanto la putrefazione erasi già impossessata delle parti. Il passaggio del mercurio nelle vene può eziandio essere proceduto dal divenire, per una circostanza qualunque, impermeabili i vasi linfatici efferenti.

8.^o Le numerose imboccature dei vasi linfatici nelle vene, che scorrono negli animali vertebrati delle classi inferiori, non sono bastante motivo per ammettere che lo stesso stato di cose accada nei mammiferi, ove la concentrazione maggiore del sistema linfatico si annuncia mediante lo sviluppo più evidente dei gangli.

Per tal guisa, siamo finalmente ricondotti alla opinione di Haller, che, l'imboccamento normale dei linfatici, altrove che nelle vene iugulare e succlavia, non è nè dimostrato, nè anche verisimile, ma che puossi riscontrarlo tratto tratto fra le innumerevoli varietà di questo sistema.

§. 901. La sostanza organica, in generale, possiede la permeabilità e la estrema delicatezza delle pareti, nelle radici dei vasi efferenti fa sì che questa proprietà vi debba essere portata ad un alto grado; sicchè torna appena possibile rifiutarsi a credere che ogni sorta di questi vasi ammetta altresì una sostanza qualunque nel suo interno. Sonvi ora due fatti indubitabili, cioè; che i vasi linfatici dell'intestino conducano il chilo che fu prodotto dalla digestione a spese delle materie alimentari, e che le vene dei polmoni conducano altresì il sangue metamorfizzato mediante l'ammissione di sostanze provenienti dall'atmosfera. Ma questi vasi linfatici e venosi sono simili, quanto ai punti essenziali, a quelli di altri organi; in conseguenza, i due ordini di vasi possono partecipare ovunque all'assorbimento, sebbene ognuno di essi sia più specialmente atto ad assorbire in certi organi e per rapporto ad alcune sostanze. Siccome la opinione più

(1) *Froriep, Notizen, t. II, p. 5.*

(2) *Ivi, t. VIII, p. 49-53.*

semplice e più generale è quella che decide con maggior sicurezza i quesiti, così sentii il desiderio di rimanermene là. Nullameno devo qui riprodurre i fatti e le asserzioni che tendono a stabilire il poter assorbente dei linfatici e delle vene, tanto per far risaltare quanto evvi per anco di ammissibile nel teorema precedente, come per ottenere alcuni indizii atti ad isvelare le leggi dell' assorbimento, e per compiere la esposizione storica o letteraria del soggetto.

Gli antichi non conoscevano che un passaggio immediato delle materie nel sangue; ma, dopo la scoperta del sistema linfatico, il maggior numero dei fisiologi attribuirono l'atto dell' assorbimento alle due classi di vasi efferenti. La opinione che rappresenta i linfatici come presiedenti soli a tale operazione, non isviluppossi che nell'epoca in cui acquistaronsi sopra di essi nozioni anatomiche più estese. Guglielmo Hunter, Cruikshank e Mascagni, furono specialmente quelli che la fecero prevalere. Infine, Magendie rifiutò ai linfatici ogni partecipazione all' assorbimento, eccettuato quello del chilo. Fra i fisiologi moderni, non se ne annovera che un picciol numero, Prochaska, ad esempio (1), che attribuiscono il potere assorbente alle due classi di vasi efferenti. Nella discussione che emerse in tale proposito, le due parti si tennero sopra un terreno sdruciolevolissimo; quanto insegna la osservazione semplice della natura fu spesso interpretato in modo affatto arbitrario, e tra le diverse risposte che natura dava ai quesiti cui le si assoggettavano negli esperimenti, ognuno riguardò come decisive quelle soltanto che accordavansi colla opinione da esso precedentemente abbracciata. Quando accadeva di rinvenire sostanze estranee, qui nelle vene, e là in linfatici soltanto, ciascuna delle parti erigeva in prova il fatto che gli era favorevole e fingeva ignorare o rievocava in dubbio il fatto opposto. Prova poi quanto poco siffatte osservazioni isolate siano atte a dilucidare definitivamente il quesito il non essere raro rinvenire, nei liquidi separati, le sostanze estranee di cui non isorgonsi vestigi nè nelle vene, nè nei linfatici, sebbene esse abbiano dovuto passare per l'uno o per l'altro di questi due sistemi di vasi. Possono, in certi individui ed in alcune condizioni della vita, essere assorbite o dalle vene, o dai linfatici, ovvero dalle une e dagli altri, ed essere rapidamente strascinate nei prodotti delle secrezioni, o comportare, nella linfa e nel sangue, uno sviluppo ed una neutralizzazione tali, che non sia più possibile in seguito riconoscerle in questi liquidi. Se scorgansi

(1) *Bemerkungen ueber den Organismus des menschlichen Koerpers*, Vienna, 1810, p. 54.

nel sangue, possono esservi state portate o dal canal toracico, o, come lo crede Fohmann (1), da rami che s'imbocchino colle vene nell'interno dei gangli linfatici. Se rinvenngansi nel sistema linfatico, possono esservi deposte dal sangue, giacchè avendo Hering (2) iniettato cianuro di potassio nella vena jugulare di cavalli morti circa un quarto di ora dopo la operazione, trovò questo sale nel canal toracico, ma non nei gangli, sicchè pareva essere arrivato immediatamente nel luogo ove i reattivi svelavano la sua presenza; ed anche in un cavallo cui si fece perire, un minuto dopo la iniezione, soffiandogli aria nelle vene e tagliandogli la midolla allungata, il cianuro esisteva nel canale toracico, sicchè erasi in diritto di chiedersi se non vi fossero pure alcuni casi in cui una sostanza estranea potrebbe penetrare in altri vasi, dopo la morte, pel solo fatto di semplice imbevimento.

§. 902. Per quello spettasi dapprima agli organi digerenti:

I. La probabilità dell'assorbimento mediante le vene fu stabilita in varie maniere.

1.º Dal non coagularsi il sangue della vena porta, aveva concluso Boerhaave che esso doveva aver ricevuto qualche cosa dall'intestino. Pretendeva Walter (3) che la sua coagulabilità gli sia stata levata dall'addizione della linfa e del chilo. Ma la secrezione dei succhi gastrici ed intestinali, e la loro ritenzione nella milza, possono essere già sufficienti per fargli comportare considerabile modificazione; e siccome la linfa ed il chilo sono coagulabili, l'aggiunta di questi liquidi non può privarlo della loro coagulabilità.

2.º Nè prova pur nulla l'eccedente del diametro delle vene intestinali sopra le arterie (4); giacchè Haller (5) fece vedere che la differenza non è più considerabile nell'intestino che altrove; e se le vene sono generalmente più ampie delle arterie, ciò costituisce la conseguenza della loro maggiore estensibilità, della più grande lentezza colla quale vi scorre il sangue. Questo fenomeno non può procedere dall'assorbimento, come fu già precedentemente dimostrato (§. 700, 3.º).

3.º Un argomento di maggior peso in favore della partecipazione delle vene all'assorbimento, è quello che si trae dalla poca capacità del

(1) *Anatomische Untersuchung*, p. 82.

(2) *Tiedmann, Zeitschrift fuer Physiologie*, t. III, p. 93, 102, 105, 108, 115.

(3) *Von der Einsaugung und der Durchkreuzung der Sehnerven*, Berlino, 1794, p. 38.

(4) *Ivi*, p. 40.

(5) *Loc. cit.*, t. VII, p. 64.

canale toracico. Valuta Haller (1) il diametro di questo condotto ad una linea quadrata, e calcola, giusta tutto ciò che, quando pure si supponesse il corso del liquido tanto rapido nel sistema linfatico come nelle vene, vale dire di settanta piedi per minuto, il canale toracico non potrebbe lasciar passare più di cinque quarti di libbra per ora, mentre che sonvi certi casi nei quali si beve, nello spazio di poche ore, dodici in sedici libbre di acqua minerale, di cui la maggior parte esce per le vie orinarie. A dir vero questi calcoli non sono decisivi, giacchè il corso del liquido può benissimo accelerarsi quando l'assorbimento si esercita con forza insolita; e se, nel citato esempio, si beve quattro libbre di acqua per ora senza evacuare più di una libbra di orina, torna possibilissimo che le altre tre libbre siano ancora contenute in parte nei numerosi vasi sanguigni, in parte nel canal intestinale; tuttavia concediamo volentieri che l'acqua possa essere assorbita immediatamente dalle vene (leggi il §. 866, II), ciò che Denis, fra gli altri, ammette per la quasi totalità della bevanda.

4.° Il passaggio immediato di sostanze estranee nelle vene è inoltre reso probabile dalla prontezza con cui siffatte sostanze manifestano gli effetti che sono loro proprii. Fu già precedentemente parlato (§. 866, 4.°), dei cavalli nelle secrezioni dei quali possono comparire, prima eziandio che passi un minuto, certe sostanze cui mescolossi col loro sangue; ma se il cianuro di potassio ed il rabarbaro, inghiottiti dai cani, si mostrarono nelle urine il primo dopo due minuti, ed il secondo dopo cinque (§. 866, 2.°); se Wetzlar trovò nella sua propria orina il cianuro in capo a dieci minuti, ed il rabarbaro dopo un quarto di ora (2); se finalmente cinque in sei minuti bastarono perchè l'odore di un clistere canforato si trasmettesse all'alito ed altri fatti consimili, torna difficilissimo credere che queste sostanze abbiano fatto il tragitto, in sì breve tempo, per la via del sistema linfatico. Puossi dire altrettanto dell'acido cianidrico, il quale, ad esempio, uccise i cani in 3 ad 8 secondi; della stricnina, la cui azione incomincia ad essere sensibile dopo $1/4$ di minuto (3) e va parlando.

5.° Comprimeo Kaauw lo stomaco o l'intestino riempito di acqua, vide il liquido passare nelle vene (4). Così pure, ma in direzione inversa, i liquidi injettati nelle vene o nelle arterie penetrano talvolta nelle vie

(1) Ivi, p. 66.

(2) *Diss. de materiæ nonnullarum, imprimis kali Borussici, in organismum transitu.* Marbourg, 1821, p. 30.

(3) Christison, *Abhandlung ueber die Gifte*, p. 10.

(4) Haller, loc. cit., t. VI, p. 153; t. VII, p. 48.

digerenti (1). Ma le iniezioni spingonsi eziandio nella stessa maniera in tutte le altre cavità del corpo (2). Questi due casi sono puramente eccezionali, e poggiano o sopra una lacerazione, o sulla penetrabilità dei vasi capillari.

6.° Un argomento ancora men valevole, in favore dell' assorbimento per le vene, era quello che deducevasi dai corpi cellulosi o cavernosi (§. 278, 3.°).

7.° Finalmente, se gli animali senza vertebre non hanno vasi linfatici, non ne avviene già di conseguenza che le vene assorbono nei vertebrati, dappoichè molti invertebrati mancano di vasi sanguigni e per conseguenza assorbono senza vene.

II. Passiamo alle osservazioni che furono praticate sopra il contenuto dei vasi efferenti, rapporto alle sostanze introdotte dall' esterno.

1.° Se, come provò fra gli altri Mayer (3), si videro per tempissimo, nel pancreas, alcuni vasi linfatici pieni di chilo, ai quali si diede il nome di vene lattee, torna dubbiosissimo se abbiassi riconosciuto prima di Asellio che essi costituiscano un ordine separato di vasi; che anzi, ammettevasi generalmente essere il chilo assorbito dalle vene intestinali, le quali lo conducono il fegato. Lo stesso Asellio non si allontanò che di un passo da questa opinione, facendo terminare alla vena porta i vasi linfatici dell' intestino da esso scoperti; e solo proseguendo siffatta scoperta Bartolino giunse a dimostrare che il chilo viene condotto non già nel fegato sibbene nel canale toracico. Tuttavia alcuni autori, per esempio Walaeus (4), rimasero fedeli all'opinione di Asellio; mentre che altri, come Boerhaave, fecero condurre una parte del chilo al canale toracico pei vasi linfatici, ed un' altra al fegato per le vene intestinali. Però molti osservatori, e taluni eziandio di quelli che non riconoscevano per normali altro che la prima di queste due vie, credevano aver talvolta rinvenuto chilo anche nella vena porta o nelle sue radici. Qui schieransi, oltre Bils, Swammerdam, Glissonio (5) ed altri, G. F. Meckel il vecchio (6), il quale fece tale osservazione specialmente nella invaginazione degli intestini; Tiedemann, che vide strisce bianche, analoghe al chilo, nel sangue della vena porta

(1) *Ivi*, p. 62, 137.

(2) *Ivi*, t. II, p. 450; t. VII, p. 48.

(3) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. III, p. 485.

(4) Th. Bartholin, *Anatomia reformat*, p. 560.

(5) Haller, *loc. cit.*, t. VII, p. 63.

(6) *Diss. de vasis lymphaticis*, Berlino, 1757, p. 13.

del cavallo e del cane; Fohmann (1), che riscontrò qualche cosa di simile in un uomo che si uccise, ma che pretende altresì (2) succedere costantemente il fenomeno nei cavalli, dopo la digestione, nelle vene che escono dai gangli linfatici del mesenterio; finalmente, Mayer (3), il quale riscontrò un liquido bianco grigiastro nelle vene delle pareti intestinali di un vecchio morto d'idrotorace alcune ore dopo aver mangiato, ma che non ne scopersse verun vestigio, nè nei vasi linfatici, nè nelle vene del mesenterio. Tuttavia, l'ufficio importante e particolare che esercita il chilo, fa che non sia verisimile che questo liquido sia ammesso nei vasi efferenti senza distinzione, dappoichè il sistema linfatico lo modifica poco a poco ed avvicina la sua natura a quella del sangue. Allorquando Oudemann (4) legava i vasi linfatici dell'intestino, in modo che non potessero più ricevere chilo, quest'ultimo non passava però nelle vene. Forse, in taluno dei casi che furono precedentemente riferiti, il chilo erasi sparso in tutto il sangue, e fu condotto alla vena porta per le vene intestinali. È eziandio possibile come congettura Mayer (5), che il chilo, in certe circostanze, non penetri nelle vene se non dopo la morte, allorquando le affinità speciali della sostanza organica si estinguono (§. 634, 10.^o). Del resto, non si dimostrò mai che il liquido bianco, mescolato al sangue della vena porta, fosse chilo, mentre è comprovato che il color bianco del sangue dipende specialmente dal grasso che esso contiene allo stato di libertà.

2.^a Fatti più certi sono quelli che stabiliscono mostrarsi le proprietà delle sostanze introdotte negli organi digestivi nei vasi efferenti dell'una o dell'altra specie.

a. Pretende Flandrin che, nei cavalli, il sangue venoso dell'intestino tenue abbia un sapor erbaceo, mentre quello dell'intestino crasso risulta acre ed alquanto alcalino. Siffatta asserzione è troppo isolata perchè si possa darvi molto peso.

b. Hallè, Flandrin, Magendie (6), Tiedemann, Westrumb (7),

(1) *Anatomische Untersuchung ueber die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Eidelberga*, 1821, p. 29.

(2) *Memorie sopra le comunicazioni dei vasi linfatici con le vene, Liegi*, 1832, p. 6.

(3) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. I, p. 333.

(4) *De venarum, praecipue mesaraicarum, fabrica et actione. Groningae*, 1794, p. 107.

(5) *Loc. cit.*, p. 334.

(6) *Compendio di fisiologia*, t. II, p. 157, 182.

(7) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. VII, p. 528, 534, 539. — *Physiologische Untersuchungen ueber die Einsaugungskraft der Venen*, p. 25, 34.

Krimer (1), Lawrence e Coates (2), Franchini (3), non poterono mai trovare le materie coloranti vegetabili nel canale toracico, ma le scopersero in parte nel sangue, specialmente in quello della vena porta. Forse per errore Viridet e Mattei attribuiscono il color rossastro del chilo alle barbabietole rosse di cui gli animali erano stati nudriti (4). Lister (5), Lower (6), Hunter, Haller (7), Blumenbach, Ducachet (8) pretesero aver trovato nel chilo il color azzurro dell' indaco e del tornasole. Si obiettò che a digiuno i vasi linfatici hanno color azzurrognolo; ma, concludendo che questi osservatori poterono essere indotti perciò in errore, si accusano d'imperdonabile mancanza di attenzione. Tuttavia Seiler e Ficino (9) riconobbero distintissimamente il colore della robbia e della curcuma nel chilo, meno sensibilmente quello dell' indaco. Haller e Felix (10) videro altresì alcuni linfatici, i quali avevano ammesso del pigmento azzurro.

c. Niuno degli osservatori testè citati non riconobbero l'odore di canfora, di muschio, di assa-fetida, dell'alcool, degli olii essenziali e degli olii empireumatici, neppur quando esso facevasi sentire distintamente nel sangue. Pretende Mazzi tuttavia avere, come altre volte Hunter, distinto quello del muschio nella linfa (11).

d. Il cianuro di potassio fu trovato talvolta soltanto nel sangue, e non nel chilo, in particolare da Westrumb (12); lo fu frequentemente, nell'uno e nell'altro liquido, da Tiedemann e Gmelin, Seiler e Ficino (13), Foderà (14), Macneven (15), Lauth (16) ed Heusinger (17). I medici di Filadelfia lo ritrovarono nel chilo e nella orina, ma non nel sangue (18). Lawrence e Coates non lo scopersero nel sangue o nelle secrezioni se

(1) *Physiologische Untersuchungen*, p. 10.

(2) *Bollettino delle scienze med. di Ferussac*, t. I, p. 54.

(3) *Ivi*, t. III, p. 21.

(4) *Westrumb, Physiologische Untersuchungen. Hanovre*, 1825, p. 14.

(5) *Philos. Trans.*, t. XIII, p. 6.

(6) *Ivi*, t. XXII, p. 996.

(7) *Element. physiolog.*, t. VI, p. 164, 207; t. VII, p. 62.

(8) *Archivii generali*, t. II, p. 270.

(9) *Zeitschrift für Natur-und Heilkunde*, t. II, p. 382, 384, 387, 401.

(10) *Haller, loc. cit.*, t. VII, p. 227.

(11) *Foderà, Ricerche sull'assorbimento*, p. 46.

(12) *Loc. cit.*, p. 25. — *Meckel, Deutsches Archiv*, t. VII, p. 529, 530, 532, 534.

(13) *Loc. cit.*, 370.

(14) *Ricerche sull'assorbimento*, p. 55.

(15) *Archivii generali*, t. III, p. 269.

(16) *Saggio sopra i vasi linfatici*, p. 61.

(17) *Handbuch der Physiologie*, t. II, p. 250.

(18) *Froriep, Notizen*, t. III, p. 70; 34.a e 40.a esp.

non dopo che esso erasi mostrato nella parte superiore del canale toracico (1). Tiedemann e Gmelin riconobbero nel chilo e nel sangue la presenza del solfo cianuro di potassio e del cloruro di bario.

e. Secondo Westrumb (2), il solfato di ferro non comparve che nel sangue e nella orina; ma Tiedemann e Gmelin lo scopersero talvolta eziandio nel chilo. Questi due ultimi sperimentatori non trovarono il piombo ed il mercurio che nel sangue, mentre che Seiler e Ficino provarono la presenza dei due metalli nel chilo e nel sangue (3).

3.° Sebbene i ragguagli precedenti provino già la incertezza di alcune esperienze, essa emerge ancora più dai casi nei quali le sostanze estranee comparivano evidentemente nei liquidi separati, sebbene non abbiasi potuto scoprirle nè nel chilo nè nel sangue, locchè Tiedemann e Gmelin provarono col cianuro di potassio, con il muschio, la gomma-gotta e la essenza di terebintina; Westrumb col jodio (4) ed i medici di Filadelfia col cianuro di potassio (5). Questi ultimi non poterono ritrovare nè nel chilo, nè nel sangue, l'assa fetida mediante cui un cane era stato immerso nello stupore, e Westrumb non fu più fortunato col sublimato di cui erasi servito per mettere a morte un coniglio.

III. Fatti più decisivi sono quelli che si riferiscono ad alcuni casi nei quali gli uni e gli altri dei vasi efferenti erano divenuti impermeabili.

1.° La tumefazione e l' induramento dei gangli linfatici del mesenterio apportano ordinariamente dietro a sè il dimagrimento e la febbre etica. Ma Soemmering fece vedere che le vie del chilo non sono realmente otturate, ma soltanto in istato di rilassamento e di atonia. Sebbene Walter (6) allegghi in favore dell'assorbimento per le vene meseraï che, che trovansi talvolta i gangli del mesenterio duri come pietre, ed i vasi linfatici di quest' organo ostrutti da una materia caseiforme, non dimostrò per altro che siffatta disorganizzazione si estendesse al mesenterio intiero, che essa si fosse sviluppata negli ultimi tempi della vita, e che fosse dessa cui avesse apportata la morte; oltre che la ostruzione della quale egli parla può non essersi stabilita che durante o dopo la morte, per effetto della coagulazione.

2.° Trovò Browne Cheston (7), aprendo il cadavere di un uomo, la

(1) *Ivi*, t. IV, p. 163.

(2) *Loc. cit.*, p. 23.

(3) *Loc. cit.*, p. 360, 375.

(4) *Loc. cit.*, p. 24.

(5) *Froriep, Notizen*, t. III, p. 71; 36.a esp.

(6) *Von der Einsaugung*, p. 47.

(7) *Philos. Trans.*, 1780, p. 323.

parte superiore del canale toracico talmente piena di sostanza ossea, che nè l'aria nè il mercurio non potevano giungere nella parte inferiore. In un individuo ridotto all'ultimo grado di emaciazione, ed i cui vasi non erano compiutamente vuoti di sangue, Nasse (1) e Krimer (2) videro il tronco linfatico sinistro otturato da una formazione tubercolosa estesissima. Rust (3), lo vide egualmente convertito in massa sarcomatosa, in due casi nei quali il dimagrimento era considerabile. Nùn dubbio che in simile circostanza la febbre etica e la morte fossero state prodotte dalla impermeabilità del canale toracico; ma le ricerche precise di Astley Cooper (4) e di Wutzer (5) spiegano come la vita potè mantenersi ancora alcun tempo in onta di tale stato di cose. Vide il primo, in tre casi di occlusione sarcomatosa della parte inferiore del canal toracico, alcuni vasi linfatici ascendere dalla regione lombare, ed andare ad aprirsi nella porzione libera di tale condotto; l'altro osservò, in un individuo attaccato da ostruzione della parte superiore del canale, alcune anastomosi tra la parte inferiore e la vena azigos. Come vedemmo (§. 864) formarsi di frequente nuovi canali laddove l'organismo ne abbisogna, sarebbe possibilissimo che queste vie insolite non si fossero sviluppate che dopo l'otturamento della strada normale.

3.º Flandrin, l'avversario della facoltà assorbente del sistema linfatico, avendo legato il canale toracico sinistro sopra dodici cavalli, non vide perire che un solo di questi animali in capo a tre giorni; gli altri sopravvissero due in sei settimane, epoca alla quale, avendoli accoppiati, egli non riscontrò dilatazione, nè nel canale del lato destro, nè in quello del lato sinistro, sopra cui la legatura era stata applicata. Medesimamente, Leuret e Lassaigue (6) legarono il canale toracico sopra un cane, senza che la nutrizione ne patisse. Ordinariamente, questa operazione, che impedisce al chilo di giungere al sangue, fa perire questi animali nello stesso tratto di tempo della sottrazione degli alimenti (§. 935, II); per esempio, un cane, dopo quattordici giorni, come vide Duverney (7) o di dodici, come osservò Krimer (8), avendo l'animale incominciato dallo smagrirsi molto.

(1) *Leichenaffungen*. Bonn, 1821, p. 150.

(2) *Versuch einer Physiologie des Bluts*. Lipsia, 1823, p. 83.

(3) *Horn, Neues Archiv*, 1815, p. 731.

(4) *Rosenmuller, Beitræge fuer die Zergliederungskunst*, t. I, p. 48-57.

(5) *Muller, Archiv fuer Anatomie*, 1834, p. 315.

(6) *Ricerche sulla digestione*, Parigi, 1825, p. 180.

(7) *Storia dell' Accad. delle scienze*, 1675, p. 260.

(8) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 87.

Riconobbe Astley Cooper (1) in alcune esperienze di tal genere, sopra cani, che la morte era accaduta, in un caso, in capo a quarant'otto ore, a motivo della rottura del canale toracico, in due altri casi al quinto od al sesto giorno, ed in nove, in capo a dieci giorni; ma uno dei cani non perì, e dopo averlo ucciso si trovò che un ramo del canale sinistro, sulla parte superiore del quale era stata posta l'allacciatura, andava ad imboccarsi con quello del lato destro. D'altronde, osservò Cooper che i cani, i quali avevano presi alimenti prima della legatura, perivano più presto degli altri. Dupuytren (2) eseguì analoghe esperienze sopra cavalli; in quelli che perirono cinque in sei giorni dopo la legatura, non potè esso mai far passare il mercurio dalla parte inferiore del canale toracico nella vena succlavia; ma taluni si ristabilirono, e questi presentarono, dopo uccisi, certi rami pei quali il canale toracico comunicava con alcune vene.

4.° La legatura del canale toracico non impedisce alla stricnina, secondo Magendie (3), od all'acetato di morfina, secondo Westrumb (4), di cagionare la morte, come per solito, quando introduconsi nello stomaco o nel retto. Trovò Home il rabarbaro (5), Mayer il cianuro di potassio (6), e Westrumb l'una e l'altra sostanza (7), nel sangue e nell'origa di animali nello stomaco dei quali avevansi introdotte dopo aver legato il canale toracico.

5.° Magendie somministrò una prova ancora più concludente in favore dell'assorbimento dei veleni per le vene intestinali. Trasse egli dall'addomine di un cane porzione dell'intestino tenue, tagliò i linfatici ingorgati di chilo del pari che tutti i vasi sanguigni, eccettuate un'arteria ed una vena, tolse tutto il tessuto cellulare che circondava queste ultime, separò l'ansula intestinale dal resto del canale, vi introdusse dell'ipo o della stricnina, poi la fece rientrare nel basso-ventre, dopo averla legata e circondata di pannolino; l'azione del veleno si manifestò dopo alcuni minuti, sebbene la porzione d'intestino colla quale questa sostanza era stata posta a contatto, si attenesse al rimanente del corpo soltanto per un'arteria ed una vena. Sviluppò Segalas maggiormente questa prova (8). Avendo

(1) *Loc. cit.*, p. 58-67.

(2) *Magendie, Giornale di fisiologia*, t. I, p. 21.

(3) *Giornale di fisiologia*, t. I, p. 23.

(4) *Physiologische Untersuchungen*, p. 47.

(5) *Lectures on comparative anatomy*, t. I, p. 281.

(6) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 496.

(7) *Loc. cit.*, p. 25.

(8) *Magendie, Giornale*, t. II, p. 119.

trattata nella stessa maniera un' ansula d' intestino, risparmiando i vasi linfatici, e legando le arterie e le vene, o soltanto le vene, ovvero tagliando le vene e lasciando fluire il sangue che esse contenevano, non osservò verun fenomeno di avvelenamento; ma allorquando le vene erano state legate, ed esso toglieva la legatura in capo ad un' ora, bastavano pochi minuti perchè si manifestasse l'azione della sostanza venosa. Lutzenburgo (1) isolò lo stomaco in guisa che esso si attenesse al corpo soltanto per un' arteria ed una vena, e vi introdusse cianuro di potassio, cui esso ritrovò poscia nel sangue della vena porta. D' altra parte Hunter, avendo riempito di latte un' ansula intestinale di un cane vivo, legò quest' ansula, del peri che i suoi vasi sanguigni, e la riportò nella cavità addominale; in capo a mezz'ora, vide i vasi linfatici ingorgati di latte, e le vene vuote. Altri osservatori, ai quali questa esperienza non sortì a bene, presumono che Hunter abbia preso per latte il chilo che erasi formato durante questo tratto di tempo. Tuttavia puossi eziandio obbiettare a coloro che cercano di provare la facoltà assorbente delle vene mediante esperienze sui veleni, che i veleni narcotici non abbisognano sempre di essere condotti per vasi speciali onde determinare effetti generali; almeno, i medici di Filadelfia assicurano che dopo la legatura tanto della vena cava soltanto (2), come di questa vena e del canale toracico simultaneamente (3), la stricnina e l'acido cianidrico introdotti nell' intestino uccidono, la prima in 23 minuti, l'altro in 7 o 15. Finalmente emerge dalle osservazioni circostanziate precedentemente che Magendie, Mayo (4) ed altri vanno troppo oltre, pretendendo che i linfatici degli organi digestivi non succhiano che chilo, nè possano assorbire verun' altra cosa.

§. 903. Puossi dire altrettanto dell'asserzione di Magendie (5), il quale pretende che, in altri organi eziandio, sia soltanto provato l'assorbimento per le vene, e non quello pei vasi linfatici. Già per sè stesso sembra inammissibile che il sistema linfatico, il quale assorbe evidentemente nel canale intestinale, non divida tale funzione colle vene in altre parti del corpo.

I. Rende verisimile che nell'assorbimento polmonare la massima parte appartenga realmente alle vene, la rapidità con cui le sostanze ispirate

(1) *Gerson, Magazin, t. XVII, p. 100.*

(2) *Frariep, Notizen, t. II, p. 72, 47.a e 49.a esp.*

(3) *Ivi, p. 73, 53.a e 54.a esp.*

(4) *Outlines of human physiology. Londra, 1833, p. 164.*

(5) *Loc. cit., p. 190.*

passano nelle secrezioni (§. 866, 3.^o). Per tal guisa osservò Piollet (1) che bastano alcuni minuti acciocchè la urina acquisti l'odore di viola quando si respirò il vapore della essenza di terebintina, e perchè le flatuosità addominali ne esalino uno di fetido dopo la inspirazione di vapori putridi. Avendo iniettato cianuro di potassio nei polmoni, lo trovò dopo 70 secondi nel cuore sinistro, e dopo due minuti soltanto nel cuor destro; in altro animale questo sale passò in quattro minuti nell'arteria crurale, in sette nella vena jugulare, in dieci nelle cavità destre del cuore. Videlo Mayer (2), dopo due in cinque minuti nel cuor sinistro, poi dopo nel cuor destro, e più tardi ancora nel canale toracico. Lebkuchner (3) lo riscontrò, dopo due minuti, nell'aorta; non era desso per anco giunto nè nella vena cava, nè nel canale toracico. Analoghe osservazioni furono praticate da Foderà (4), Westrumb (5), Lawrence e Coates (6). Ma quando il canale toracico era stato legato, Foderà riconosceva altresì il sale nei gangli dei bronchi, sicchè pareva essere desso assorbito qui egualmente dai vasi linfatici. Del resto, Lebkuchner non lo osservò una volta che nelle secrezioni dei sacchi sierosi, senza poter iscoprirlo nel sangue, nel chilo, nè entro l'urina.

II. Quali sono i vasi che compiono l'assorbimento nella pelle e nel tessuto cellulare sottogiacente?

1.^o Possiamo concluderlo dai risultati di certi esperimenti. Soffriva Mascagni il gonfiamento delle glandole inguinali quando era rimasto per alcune ore in un piediluvio. Collard de Martigny (7), avendo lasciato le sue mani immerse per due ore e mezzo nell'acqua calda, riscontrò una tumefazione non solo delle vene della mano e del braccio (locchè poteva dipendere dall'attitudine e dal calore), ma eziandio delle glandole ascellari. Certe sostanze acri, poste a contatto colla pelle coperta o spogliata della sua epidermide, o con una ferita superficiale, provocano uno stato infiammatorio dei vasi linfatici partenti da questo punto, che compariscono allora sulla pelle come altrettante linee gonfiate, rosse, dolorose; più di frequente ancora ne succede una tumefazione dolorosa dei gangli linfatici maggiormente vicini. Così le glandole ascellari si gonfiano nel braccio sul

(1) *Bollettino delle sc. med. di Ferussac*, t. VII, p. 221.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 496.

(3) *Archivii generali*, t. VII, p. 424.

(4) *Loc. cit.*, p. 64.

(5) *Physiologische Untersuchungen*, p. 40.

(6) *Bollettino delle scienze med. di Ferussac*, t. I, p. 54.

(7) *Archivii generali*, t. XI, p. 79.

quale praticossi la inoculazione, o la cui mano riportò qualche ferita durante la dissezione di un cadavere in putrefazione; alcuni bubboni sopraggiungono quando la infezione sifilitica è la conseguenza dell'atto venereo, ed i gangli dell'ascella si gonfiano ove trattasi di nutrice che sia stata infetta dal bambino cui allatta; un vescicatorio che operi troppo profondamente, disturba questi o quei gangli secondo il punto col quale fu posto in rapporto; osservarono Autenrieth e Zeller (1) che le fregagioni mercuriali prolungate rendevano, negli animali, i gangli linfatici più rossi e molto più grossi dal lato in cui si praticavano, che dal lato opposto e va scorrendo. La spiegazione data da Magendie di questi fenomeni (2) per sostenere la sua ipotesi dell'assorbimento, mediante le sole vene, è talmente straracchiata da non poterla ammettere.

2.^o Talvolta nel sistema linfatico soltanto si rinvennero le sostanze estranee che erano state poste a contatto colla pelle o col suo tessuto cellulare. Una persona, la quale erasi fatta salassare dal piede, ebbe un vaso linfatico ferito, pel quale fluiva continuamente linfa; fece coprire Schreger (3) la ferita con ventosa secca, ed immergere il piede nell'acqua muschiata o nel latte, o fregare le dita dei piedi con essenza di terebintina; in capo a qualche tempo rendevasi sensibile l'odore od il colore di queste sostanze nella linfa somministrata dal vaso aperto, e non nel sangue tratto da una vena cutanea. Allorquando le membra rase di un giovane cane erano rimaste per qualche tempo immerse nel latte od in una dissoluzione di nitro, il latte od il nitro si trovava nella linfa del membro, ma non nel sangue (4). Pari cosa accadeva quando, dopo praticata una ferita nella zampa di un cane, si faceva tenergliela per un'ora nell'acqua impregnata di muschio (5). Riconobbe Foderà nel canale toracico di un coniglio il cianuro di potassio cui esso aveva introdotto sotto la pelle (6). I medici di Filadelfia (7) del pari che Lawrence e Coates fecero la stessa osservazione sopra altri animali, e Muller (8) comprovò la presenza del cianuro nella linfa di una rana di cui esso aveva tenuto le zampe immerse per due ore in una soluzione di questo sale.

(1) Reil, *Archiv*, t. VIII, p. 220.

(2) *Compendio di fisiologia*, t. II, p. 189.

(3) *De functione placentae uterinae*. Erlangue, 1799, p. 10, 14.

(4) *Ivi*, p. 16.

(5) *Ivi*, p. 24.

(6) *Ricerche sull'assorbimento*, p. 48.

(7) *Froriep, Notizen*, t. III, p. 72, 44.^a esp.

(8) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 263.

3.° Altre volte la sostanza estranea comparisce tanto nel canale toracico che nelle vene; locchè avvenne pel piombo cui Seiler e Ficino avevano applicato in cataplasma sulla gamba di un cavallo (1) o adoprato in bagno tiepido sopra due cani (2), e pel cianuro di potassio di cui Westrumb (3) lasciò una dissoluzione in contatto per mezz' ora coll' addomine di un cane, cui aveva raso e fregato con tintura allungata di cantaridi.

4.° In certi casi, la linfa non presentò a Ficino e Seiler (4) veruna traccia di piombo, nè a Westrumb (5) niun vestigio di cianuro di potassio sperimentato sotto forma di unguento o di bagno.

5.° Moltiplici esperienze però dimostrarono che i narcotici ed i veleni animali analoghi uccidono col loro passaggio immediato nel sangue. Vide Fontana la morsicatura della vipera ad essere mortale anche per alcuni animali ai quali avevasi tagliato il canale toracico per traverso (6). Si convinse Emmert (7) che l'azione di un veleno è fermata dalla legatura dei vasi sanguigni del membro col quale lo si pone a contatto, ma non da quella dei vasi linfatici. Introdusse Brodie (8) del voorora in una ferita praticata alla zampa di molti animali; l'avvelenamento avvenne quando pure il canale toracico era legato; la legatura dei vasi sanguigni della zampa ne impediva la manifestazione, cui manifestavasi allorquando staccavasi la legatura, purchè per altro essa non fosse rimasta in sito più di un' ora. Le esperienze di Magendie e Delille (9) furono ancora più decisive; se tagliasi la coscia di un cane, non lasciando sussistere che l'arteria e la vena, si spogli ciascuno di questi vasi di tutto il tessuto cellulare ambiente, oppure si tagliano, ristabilendo la comunicazione tra le due estremità mediante un tubo di penna inserito nell' una e nell' altra, l'ipo, introdotto in una ferita praticata sulla gamba, dispiega i suoi effetti benefici affatto come per solito. Seguendo lo stesso processo, Lawrence e Coates (10) trovarono nel sangue della parte superiore della vena, il cianuro di potassio cui essi avevano introdotto nel tessuto cellulare della

(1) *Zeitschrift fuer Natur und Heilkunde*, t. II, 363.

(2) *Ivi*, p. 366.

(3) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1827, p. 531.

(4) *Loc. cit.*, p. 358.

(5) *Loc. cit.*, 1827, p. 534. — *Physiologische Untersuchungen*, p. 25.

(6) *Loc. cit.*, p. 208.

(7) *Tuebinger Blaetter*, t. I, p. 92.

(8) *Reil, Archiv*, t. XII, p. 184.

(9) *Giornale di fisiolog.*, t. I, p. 24.

(10) *Froriep, Notizen*, t. I, p. 54.

estremità della zampa. Comprovò eziandio Varniere (1) che quando esso introduceva stricnina in una ferita sulla zampa, e legava la vena, il sangue tratto dalla porzione del vaso compresa tra la ferita e la legatura, determinava gli effetti tossicosi di quest' alcali in altro animale nelle cui vene egli lo trasfondeva.

III. Per quello spettasi i sacchi sierosi, la rapidità con cui le sostanze che vi s' introducono compariscono nelle secrezioni (§. 866, 2.^o), o cagionano la morte per avvelenamento, annuncia l' assorbimento mediante le vene. Per tal guisa, l' ipo portato nella cavità pettorale od addominale, secondo Magendie e Delille avvelena tanto prestamente dopo la legatura del canale toracico come prima; siffatta legatura non ritarda neppure, secondo i medici di Filadelfia (2), il passaggio del cianuro di potassio nel sangue; questi ultimi sperimentatori ritrovarono eziandio il sale nelle vene e non nel sistema linfatico, in un' animale di cui era stato legato il canale toracico (3); ma altre esperienze glielo fece scorgere tanto nel sangue che nel chilo (4). Lawrence e Coates riconobbero che il cianuro di potassio iniettato nella cavità addominale, non richiedeva più di due in cinque minuti per manifestarsi nella parte superiore del canale toracico, ma che desso mostravasi sempre più tardi nelle vene, e che facendo perire gli animali mediante lo scorrimento di tutto il loro sangue, non impedivasi all' assorbimento di esso di effettuarsi, benchè avvenisse allora con più lentezza. L' inchiostro o qualunque altro liquore colorato, introdotto nella cavità pettorale o ventrale, passa nei vasi linfatici delle pareti, come videro Mascagni, Ontyd (5) e Lauth (6).

IV. Schreger (7) avendo riempito di latte caldo la vescica di un cane, dopo aver praticato la legatura dei vasi, trovò, dopo 24 minuti, il latte nei vasi linfatici, e non nelle vene.

(1) *Christison, Abhandlung ueber die Gifte*, p. 13.

(2) *Froriep, Notizen*, t. III, p. 70.

(3) *Ivi*, p. 68; 22.^a esp.

(4) *Ivi*, p. 24, 28, 29, 35, 41.

(5) *Diss. de causa absorptionis per vasa lymphatica*. Leida, 1795, p. 25.

(6) *Saggio sopra i vasi linfatici*, Strasburgo, 1824, p. 60.

(7) *De functione placentae uterinae*. Erlang, 1799, p. 19.

ARTICOLO III.

Maniera colla quale compiesi l'assorbimento.

§. 904. Se il corpo organico rappresenta un tutto particolare, dotato di spontaneità, e formantesi sè stesso, tale natura sembra implicare che esso sia strettamente limitato, quanto al mondo esterno, e che esso abbia un interno, il quale non comunichi mediante veruna uscita collo spazio esterno. Siffatta concentrazione in se stesso è indicata altresì dalla penetrabilità (§§. 461 II; 833), qualità essenziale alla sua sostanza, che rende possibile il passaggio entro spazi diversi dei materiali necessari alla riparazione delle sue continue perdite. Abbiamo eziandio riconosciuto che, nelle produzioni che compionsi a spese del sangue, il passaggio attraverso le pareti è necessario, non solo come via, ma eziandio come mezzo di trasformazione (§. 877). Dobbiamo adunque preventivamente presumere che le sostanze giungenti nel sangue, per servire in seguito alle diverse formazioni organiche, non arrivano nel sistema vascolare che per penetrazione.

I. L' analogia dei corpi organizzati inferiori parla in favore di questa ipotesi.

1.° Le piante acotiledoni sono composte di cellule chiuse, più o men uniformi, di cui l' acqua destinata a nutrirle penetra le pareti. Le radici dei vegetali assorbono quasi esclusivamente mediante le loro estremità, che sono le produzioni più recenti, quelle nelle quali la vita possiede maggior energia; ma siffatte estremità si compongono egualmente di cellule chiuse, le quali soltanto sono qui più piccole, più rinserrate le une contro le altre, di pareti più sottili, più trasparenti e più atte ad assorbire che ovunque altrove. Sole siffatte cellule chiuse possono compiere la nutrizione mediante l' assorbimento, giacchè questo non dura alla lunga sopra le superficie poste a nudo dallo strumento tagliente, ed il solo mezzo di prolungarvelo alquanto è quello di togliere a varie riprese lo strato più esterno. Non è ancora perfettamente deciso il quesito di sapere se gli stomati, massime alle foglie, non fanno che esalare, oppure anche assorbono; non ve ne ha nelle piante acquatiche, dove l'assorbimento non può, per conseguenza, effettuarsi che attraverso la epidermide; ma allorquando se ne trova, non sono che vuoti fra cellule chiuse, la cui parete deve egualmente essere penetrata dal liquido assorbente (1).

(1) Raspail, *Fisiologia vegetale*, Parigi, 1837, t. I, p. 297, 304.

2.^o Negli insetti ed altri animali articolati, non si trovano nè vasi linfatici nè vene che possano impadronirsi del chilo; questo penetra attraverso la membrana mucosa, e più tardi attraverso la tonaca mucosa dell' intestino, per giungere da di là nel vaso dorsale e nel corpo adiposo.

II. Se ora rivolgiamo i nostri sguardi verso l'uomo e gli animali prossimi a lui, vediamo che le iniezioni passano talvolta dalla cavità di una membrana mucosa, ad esempio, della vescica o delle vescichette seminali, entro le vene (1); più di frequente ancora, il liquido passa dalle vene in taluna di queste cavità, particolarmente quella dell' intestino (2). Averasi da ciò conchiuso che le radici delle vene terminano in orificii aperti, e Magendie (3) crede tuttavia alla possibilità che tali orificii esistano nella sostanza dei diversi organi, come Tiedemann presume che l' intestino posseda vene assorbenti speciali, le quali non si uniscono colle vene incaricate di condurre sangue, se non dopo aver percorso certo tratto. Ma, nella guisa stessa che è dimostratissimo rappresentare il sistema vascolare un tutto chiuso da ogni parte, così pure Gendrin provò (4), relativamente al canal intestinale, che ogni radice di vena è la continuazione immediata di un capillare arterioso, continuità qui rendesi evidente, nelle villosità intestinali, legando sopra un animale vivente, la vena porta, le cui radici pigliano allora color viola quando injettasi acido ossalico per le arterie. La penetrabilità delle pareti vascolari per le sostanze venienti dall' esterno fu già stabilita (§. 833, 9.^o). Quando Magendie (5) spargeva stricnina sopra la vena iugulare liberata da tutte le sue connessioni ed isolata mediante una carta introdotta sotto di essa, i fenomeni dell' avvelenamento si manifestavano con pari rapidità che sotto la influenza di qualunque altro modo di applicazione, e l' esperimentatore osservava in seguito che la superficie interna della vena lasciava una impressione di amarezza sulla lingua; fatto il quale non potrebbe essere distrutto dal carattere negativo delle esperienze di Hubbard (6), che non ottenne lo stesso risultato.

III. Riguardo alle radici dei vasi linfatici, Leeuwenhoek non aveva potuto scoprirvi orificii aperti, il che l' aveva indotto ad ammettere che questi vasi empionsi per imbevimento. Se, dappoi, molti anatomici,

(1) Meckel, *Nova experimenta*, p. 17, 49, 55, 66.

(2) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 62, 137; t. VII, p. 47.

(3) *Compendio di fisiol.*, t. II, p. 211.

(4) *Storia delle infiammazioni*, t. I, p. 506.

(5) *Giornale di fisiologia*, t. I, p. 9.

(6) *Froriep, Notizen*, t. IV, p. 161.

Mascagni, ad esempio, sostennero la esistenza di questi orificii, non allegavano spesso altri motivi che penetrazione dei liquidi, ottenuta ricorrendo alla pressione, argomento il quale deve essere posto da parte dacchè si conosce meglio la penetrabilità della sostanza organica. D'altronde, non potè giungere Fohmann, usando moderata pressione, a spremere il mercurio dalle radici dei vasi linfatici nei pesci, ove l'assenza delle valvole rende però sì facile il determinare un movimento retrogrado. Le ricerche eseguite colla maggior diligenza dai moderni, rovesciarono la ipotesi degli orificii aperti. Due difficoltà soltanto accamparonsi contro quella delle pareti chiuse e penetrabili; una, che i vasi linfatici, i quali furono lacerati, non assorbono men vivamente, come nelle ferite e nelle ulceri; l'altra che il chilo, il sangue ed il pus sono assorbiti in onta dei loro globetti, e che certi depositi terrosi furono rinvenuti da Soemmering e Desgenettes (1) nei gangli linfatici bronchiali degli scarpellini. Tuttavia l'ammissione di un imbevimento normale non distrugge la possibilità della penetrazione nei vasi linfatici lacerati, e d'altronde, rimarrebbe a sapersi se questi ultimi non si rinserrano all'indietro delle vescichette nelle loro estremità divenute accidentalmente libere. Ignorasi inoltre se i globetti del chilo penetrano nei linfatici, o se dessi vi si producano (§. 950, 6.^o). Quelli del sangue e del pus possono introdursi nei linfatici lacerati, e forse vi si formano a spese del sangue e del pus pervenuti allo stato liquido. Finalmente, se i depositi terrosi che si trovarono nei polmoni non erano prodotti morbosi, e se dessi provenivano realmente dalla polvere inspirata, è possibile che alla maniera di altre sostanze estranee penetrate nell'organismo, questa si fosse praticata, per giungere nei vasi, una via, la quale sia in seguito svanita mediante la cicatrizzazione.

1.^o Le radici dei vasi linfatici sono, secondo Fohmann (2), Breschet e Panizza (3), canali chiusi, situati più d'avvicino alla sua superficie dei capillari sanguigni, avente un diametro superiore a quello di questi ultimi, mancanti di valvole, formanti reticelle mediante numerose anastomosi, e rappresentanti quasi ovunque, nei pesci, piccoli sacchi o piccole cellette senza apertura (4). Siffatte radici libere furono comprovate, sul corpo dell'uomo negli epiplooni, e particolarmente nelle villosità intestinali, da Lauth (5) e Krause (6).

(1) Schreger, loc. cit., p. 238.

(2) Mem. sopra le comunicazioni dei vasi linfatici colle vene, p. 14.

(3) Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche, p. 70.

(4) Fohmann, Das Saugadersystem der Wirbelthiere, p. 33.

(5) Neues Handbuch der praktischen Anatomie, t. II, p. 236.

(6) Handbuch der praktischen Anatomie, t. I, p. 28, 795.

2.^o Le villosità intestinali, organi particolarmente devoluti ai mammiferi, sono doppiature ed escrescenze della membrana mucosa, avente la forma ora di lamine strette, ora di cilindri rotondi nella estremità, lunghe da $\frac{1}{5}$ di linea ad una linea intiera, coperte di epitelio come tutto il resto della membrana mucosa, e di cui Henle (1) ne fece conoscere la tessitura. Ognuna di queste villosità, come insegnò Lieberkuhn (2) e colla scorta di esso Doellinger (3), riceve tre in cinque rami arteriosi, i quali, dividendosi e riunendosi molte volte, formano un reticello nella membrana mucosa dell'appendice, e si concentrano finalmente in una di raro in due vene, sortenti da quest'ultimo. Medesimamente, esce un vaso linfatico da ogni villosità ciliodrica, come l'aveva scoperto egualmente Leeuwenhoek (4), ed ognuna di quelle che hanno la forma lamellosa ne somministra due, secondo Henle (5). Questi vasi raggiungono ad angolo retto il reticello dei linfatici che, secondo Fohmann (6), circonda l'intestino, alla maniera di anello, tra la membrana muscolosa e la tonaca mucosa, mentre che un altro reticello di vasi più grossi, a pareti più sottili diretti obliquamente nel verso della lunghezza, e spesso pieni di chilo, esiste fra la tonaca muscolosa e la peritoneale. In quanto al sapere se i vasi linfatici si trovano già nell'interno della villosità, o se dessi cominciano soltanto alla sua base, è desso un quesito cui Rudolphi (7), Doellinger (8), ed Heusinger (9) riguardano per anco come indeciso. Pretende Hewson (10) che questi vasi formino, alla maniera delle arterie, un reticello nella membrana mucosa di una villosità. Secondo Muller (11), sono vasi aventi tra loro numerosi anastomosi irregolari e che cominciano a fondo di sacco. Vuole Breschet che essi formano ansule. Vide Krause (12) un vaso linfatico, del diametro di 0,0138 di linea, e pieno di chilo, nascere da molte radici, le une intrecciate in plesso, le altre libere ed isolate, ma non giuogenti fin alla superficie della villosità, nell'asse della quale tutte camminavano

(1) *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium*, Berlino, 1837, in 8.^o

(2) *Diss. de fabrica et actione villorum intestinorum*, p. 3.

(3) *Dieffenbach, Diss. de regeneratione et transplantatione*, p. 15.

(4) *Loc. cit.*, p. 26.

(5) *Anatomische Untersuchung*, p. 26.

(6) *Anatomisch-physiologische Abhandlungen*, p. 87.

(7) *Loc. cit.*, p. 21.

(8) *Nella sua traduzione tedesca della Fisiologia di Magendie*, t. II, p. 163.

(9) *Experimental inquiries*, t. III, p. 170.

(10) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 255.

(11) *Muller, Archiv*, 1837, p. 5.

(12) *Loc. cit.*, p. 21.

attraverso il reticello dei vasi sanguigni; il loro diametro era per lo meno di 0,0070 di linea. Secondo Doellinger (1), le villosità si compongono di una sostanza molle, poltacea, granellata, che assorbe avidamente l'acqua, e si gonfia a misura che essa ne succhia. Ma talvolta vi si riscontrarono eziandio alcuni spazii vuoti, osservazione fatta in particolare da Rudolphi (2) sopra un fanello, ove le villosità erano affatto cave e vuote, e sopra un sorcio, ove il canale che ne percorreva la lunghezza cominciava da una dilatazione conica, in vicinanza della sommità. Vide Muller (3) alcune escavazioni piene di chilo in certe villosità di bestie a corna, di pecore e di conigli; ma nulla di simile non si presentò a lui nei cani, nei gatti e nei porci. Dopo tutto questo è credibilissimo che quando il vaso linfatico che percorre l'asse della villosità, si trova avvizzito sopra sè stesso, la massa molle che lo circonda lo rende invisibile, ma che quando esso riempiesi, diviene apparente sotto forma di vescichetta. Riconosceva Henle (4) altresì che queste specie di escavazioni sono il lume del vaso linfatico, e considera egli la villosità come un'appendice, la quale si estende dal reticello linfatico alla faccia esterna della membrana mucosa, la quale, per conseguenza, è rivestita di quest'ultima e di epitelio. Lieberkuhn (5), che fu il primo ad iscoprire i vuoti di cui qui si tratta, e che gli indica col nome di ampolle o di vescichette ovali, li riguardava egualmente come radici dilatate di vasi linfatici; ma egli li supponeva pieni di una sostanza spugnosa o di tessuto cellulare, fondandosi principalmente, per appoggiare questa ipotesi, sopra i casi in cui aveva trovato nel loro interno una materia analoga al latte quagliato. Osservò altresì Bohem (6), nei cadaveri dei colerici, alcune cavità piene di grasso liquido, che sembravano essere divise da tramezze. È adunque ancora permesso congetturare che, in questi casi, avvenne la infiltrazione del tessuto cellulare.

Lieberkuhn, che ammetteva fra le arterie e le vene una comunicazione mediante cui un liquido tenue, uscente dalle arterie, si mescola al chilo, mentre il resto del sangue passa nelle vene, dice altresì aver veduto la vescichetta aprirsi, alla estremità della villosità, mediante uno e raramente mediante più orificii. Hewson, Cruikshank, Sheldon (7),

(1) *Loc. cit.*, p. 48, 51.

(2) *Loc. cit.*, p. 253.

(3) *Loc. cit.*, p. 35.

(4) *Loc. cit.*, p. 13.

(5) *Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera. Berlino, 1838, p. 50.*

(6) *Loc. cit.*, p. 22.

(7) *The history of the absorbant system. Londra, 1784, p. 37.*

Hedwig ed altri hanno egualmente creduto ad orificii aperti incaricati di operare l'assorbimento nell'intestino, mentre che Rudolphi (1) ed Alberto Meckel (2) non poterono osservare nulla di simile. Confuta poi compiutamente la esistenza di queste aperture il fatto che giusta le ultime ricerche, le radici dei vasi linfatici non si estendono mica fin alla superficie delle villosità. Le piccole fossette da Muller (3) scoperte sopra questo punto, non si rinvencono già ovunque, e d'altronde esse non sono certamente aperture di vasi. Se, giusta le osservazioni di Boehm (4), le gocce di grasso di cui parlossi superiormente giungono talvolta, mediante condotti nodosi, a tragitto irregolare, fin alla fetta di villosità tagliata per traverso, se ordinariamente esse escono mediante uno o più punti dalla sommità di questa espansione, locchè accade, senza l'uso di niuna pressione, quando versasi alquanta potassa caustica sulla superficie della villosità, non potrebbesi da ciò concludere che questa sia fornita di orificii aperti; giacchè aperture amplissime in modo che il liquido contenuto nei vasi linfatici fluisse molto più facilmente per esse che per la fetta, sarebbero, al certo, accessibili al senso della vista. Questa non è prova più concludente dell'altra che si trasse da esperienze nelle quali si pretese aver veduto l'acqua calda, iniettata pel canale toracico, rispingere il chilo dai vasi che n'erano ingorgati nell'intestino (5).

3. Le stesse riflessioni si applicano al trasudamento del mercurio per la pelle, che avviene allorquando dopo aver riempito i vasi linfatici di questo metallo, si comprimono dirigendo lo sforzo verso le loro radici. Tale fenomeno aveva condotto Haase (6) a considerare le aperture dei follicoli sebacei come gli orificii dei linfatici. Eichhorn (7), ammettendo orificii aperti, cui colloca nelle cellule del corion e nelle ampolle linfatiche (8), sembra porsi in contraddizione con sè stesso, dappoichè descrive queste ampolle come cavità chiuse (9). Le ricerche più recenti, specialmente quelle di Breschet (10), ne insegnarono che i vasi linfatici della

(1) *Loc. cit.*, p. 88.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. V, p. 165.

(3) *Loc. cit.*, p. 254.

(4) *Loc. cit.*, p. 54.

(5) *Leuret e Lassaigne, Ricerche sulla digestione*, Parigi, 1825, p. 68.

(6) *De vasis cutis et intestinorum absorbentibus*. Lipsia, 1836, p. 14.

(7) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1827, p. 177.

(8) *Ivi*, p. 122.

(9) *Ivi*, p. 50.

(10) *Il sistema linfatico considerato sotto i rapporti anatomico, fisiologico e patologico*, Parigi, 1836, p. 29, 30.

pelle formano, sopra lo strato superficiale del tessuto del Malpighi, alcuni reticelli d' onde non sorge verun ramoscello ad estremità libere, e che non si perviene mai se non quando la pressione determina rotture, a far uscire il mercurio contenuto in questi reticelli per la faccia esterna della epidermide.

4.° Le iniezioni spinte pel condotto biliare (1), pel canale deferente (§. 567, 9.°), per gli ureteri (2), i condotti gallattofori (3), penetrano talvolta nei vasi linfatici, e Panizza (4) assicura eziandio essere più facile farvele pervenire per questi condotti mucosi che pei vasi sanguigni. Ma siffatta particolarità non dimostra già la esistenza di orificii aperti di quello la faccia il passaggio di un liquido dai vasi sanguigni negli stessi condotti (§. 877, 11.°), o nei canali secretorii (§. 786, 3.°). I canali secretorii sono applicati immediatamente sopra i loro vasi, sicchè le pareti degli uni e degli altri si trovano confuse in una membrana sottile, attraverso la quale il passaggio può accadere facilmente (5). Così Muller osservò (6) che le iniezioni spinte nei canali galattofori non passano nei linfatici se non quando i canali stessi non si empiano, vale dire quando fassi uno stravasamento, e che il passaggio è reso tanto facile dall'aversi i vasi linfatici maggior ampiezza dei vasi capillari, ed eziandio delle estremità a fondo di sacco dei canali secretorii.

5.° Il mercurio sparso nel tessuto cellulare riempie talvolta i linfatici più delicati, come osservarono Cruikshank, Haase e Soemmerring (7), sebbene i liquidi iniettati in cavità spaziose non s' introducano agevolmente in canali stretti; sicchè non puossi considerare il passaggio in discorso che come il risultato di tensione dei vasi linfatici, determinata dalla espansione del tessuto cellulare (8). Ma, di tutti i tessuti elementari, il cellulare è quello che possiede al maggior grado la penetrabilità (§. 781, 4.°); involge esso ovunque i vasi linfatici, per guisa che un liquido da esso assorbito può facilmente penetrare in questi vasi, e che per certo è così principalmente che si effettua il passaggio sopra i punti in cui i linfatici non sono collocati nei dintorni immediati della iniezione. Possiamo quindi dire con

(1) *Haller Element. fisiolog.*, t. I, p. 166. — *J. F. Meckel, Nova experimenta*, p. 55.

(2) *Haller, loc. cit.*, t. I, p. 166.

(3) *Meckel, Nova experimenta*, p. 17-46.

(4) *Osservazioni*, p. 41.

(5) *Hildebrandt, Anatomia*, t. III, p. 103.

(6) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 257.

(7) *Gefasslehre*, p. 497.

(8) *Hildebrand, Anatomia*, t. III, p. 104.

Trevirano (1), che propriamente parlando, è il solo tessuto cellulare che assorbe, e che i vasi linfatici non fanno che ricevere quanto trovasi già contenuto nelle sue maglie. Blainville (2) lo considera come sede di un fenomeno d'igroscopicità. A suoi occhi, il corso degli umori non è che il movimento del liquido assorbito, divenuto più forte e continuo, ed il vaso stesso è una grande maglia del tessuto cellulare. Doellinger (3), ragiona nello stesso senso, allorquando attribuisce al tessuto cellulare la prima attrazione del liquido, che si unisce quindi cogli umori scorrenti nel suo interno. Fohmann (4) ed alcuni altri fisiologi, riguardando il tessuto cellulare stesso come un'aggregazione di vasi linfatici (§. 830, 4.º) non fanno che prendere un'altra via per giungere allo stesso risultato.

ARTICOLO IV.

Forze che presiedono all'assorbimento.

I. CAUSE DELL' ASSORBIMENTO.

§. 905. Lungi che la influenza delle forze generali dell'universo sia esclusa dalla vita organica, essa è all'opposto il mezzo che natura impiega per realizzare la idea che forma la base dell'organismo, ed imprimergli un carattere più esatto di determinazione (§. 476). Secondo questa maniera di vedere, la cui giustezza è dimostrata da tutti i fenomeni vitali, la essenza dell'assorbimento posa sopra la penetrabilità che ogni materia, in generale, possiede, sebbene a gradi diversi, e che si presenta qui sotto una forma determinata dalla idea dell'organismo. Questa verità fu da gran tempo riconosciuta; Cruikshank, fra gli altri, definisce l'assorbimento una trasudazione dovuta all'attrazione esercitata da alcuni vasi capillari, ma per virtù di leggi che non sono solamente quelle della fisica, e Wedemeyer (5) lo considera come un'operazione, la quale si compie giusta leggi fisiche sotto lo impero della vita. Se l'abitudine di riportare i fenomeni fisici alle osservazioni che possono essere fatte con gli apparati dei fisici, inducesse ad isorgere soltanto la capillarità nell'attrazione che entra in esercizio durante l'assorbimento, si potrebbe essere tentati di riguardare

(1) *Vermischte Schriften*, t. I, p. 127.

(2) *D' Heré, Della nutrizione nella serie degli animali*, Parigi, 1826, p. 117.

(3) *Grundzuege der Physiologie*, t. I, p. 96.

(4) *Mem. sopra le comunicazione de' vasi linfatici*, p. 6.

(5) *Untersuchung ueber den Kreislauf*, p. 454.

quest' ultimo come un atto affatto differente dai fenomeni fisici, atteso che desso non si compie già secondo le leggi stesse dell' attrazione dei tubi capillari; infatti, questi, ad esempio, non attraggono la umidità dell' aria, circostanza di cui Ontyd si vale (1) per attribuire all' assorbimento un carattere puramente vitale, sebbene la sostanza, tanto inorganica che organica, ma privata della vita, posseda la facoltà igroscopica. Se alcuni sacchetti caldi di crusca o di farina, cui applicansi sopra tumori acquosi, s' imbevono di umidità in capo a qualche tempo, l' azione vitale non ha evidentemente che una parte ristrettissima nella produzione di quest' effetto; d' altro lato i tessuti organici s' impregnano indipendentemente dalla vita, della umidità colla quale sono posti a contatto (§. 833). Ma l' assorbimento compiuto, vale dire il trasporto verso il sangue mediante vie organiche, è un fenomeno vitale, il quale si manifesta eziandio dopo la morte, in virtù della vita parziale (§. 634, VI), ma che allora progredisce con molto maggior lentezza (2), non dura alla lunga (3), ed, in generale, non si osserva che per eccezione alla regola (4).

1.º La esalazione accade secondo leggi fisiche (§. 882, III), e persiste dopo la morte (§. 634, 7.º), ma si compie con assai più energia sotto la influenza della vita (§. 882, IV). L' assorbimento si trova in un caso analogo. Può desso essere vivo, anche senza che il tessuto sia secco, senza che i vasi siano vuoti, nè tanto sottili come tubi capillari; imperocchè, siccome la vita consiste in un' attività non interrotta (§. 473, 9.º), e che tutte le particolarità ne sono legate in maniera intima col complesso, risulta da ciò maggior mobilità ed una corrente continua; alla ingestione, che non s' interrompe un solo istante, corrisponde un' ammissione, la quale non riconosce verun interruzione. La sostanza introdotta non rimane fissata ai punti per essa dapprima toccati, ma si sparge più da lungi; giacchè ogni tessuto comunica agli altri il liquido da esso ricevuto, e non cessa di assorbire altro che quando l' intiero sistema è saturato.

2.º L' assorbimento suppone, fra il tessuto che riceve ed il liquido destinato ad essere ammesso, un' affinità, la quale si manifesta mediante l' attrazione, e che continua poscia nell' aderenza (§. 833, II), l' imbevimento e la penetrazione. Uno scambio tendente a porre l' interno e l' esterno in equilibrio, si manifesta nel conflitto dei polmoni e della pelle

(1) *Diss. de causa absorptionis*, p. 17.

(2) *Froriep, Notizen*, t. IV, p. 164.

(3) *Lauth, Saggio sui vasi linfatici*, p. 63.

(4) *Ontyd, loc. cit.*, p. 27.

coll' atmosfera (§§. 839, 2.°; 841, 882), ma non induce di necessità un modo qualunque di penetrazione, dappoichè l'eccedente di forza attrattiva può trovarsi dal lato dei tessuti organici. Vedemmo che gli organi della generazione ed i loro prodotti (§§. 239, 274, 2.°; 289, 4.°; 290, 2.°; 328), come pure il sangue (§§. 440, 7.°; 758-762), ed i suoi diversi principii costituenti (§. 881), sono determinati da un' attrazione specifica, e dietro questo soltanto possiamo già supporre che un'attrazione egualmente specifica entri in esercizio nell' assorbimento. Infatti, la pelle ed i polmoni sono principalmente destinati ad ammettere la materia inorganica (aria ed acqua), gli organi digestivi lo sono maggiormente ad assorbire la materia organica, e nello stato normale molte sostanze estranee attraversano il tubo intestinale senza essere assorbite, nella guisa stessa che, tra i principii costituenti la bile e la orina, non vi sono che quelli i quali appartengono in comune all' organismo intiero, che siano ricondotti nel sangue. Riconosciamo adunque un'affinità elettiva, in virtù della quale organi differenti non assorbono che sostanze determinate, pel mantenimento della vita. Ma siccome la facoltà d' invigilare alla sua propria conservazione non è illimitata, così possono introdursi anche sostanze nocive. Ecco quanto accade, per esempio, nei vegetali (§. 865, I), come Wiegmann, fra gli altri, dimostrò mediante chimici reattivi (1); ma, secondo Saussure, le sostanze maggiormente velenose sono precisamente quelle che più trovansi in questo caso, perchè desse annientano la facoltà di non assorbire se non ciò che è addattato alla natura della pianta; e se dobbiamo crederne a Towers (2), i vegetali non assorbono sostanze estranee se non quando risultano malaticci e cessano di crescere. È egualmente possibilissimo che, nel corpo animale, i veleni immergano in uno stato morboso le parti colle quali essi entrano in immediato contatto, che ne distruggano i rapporti naturali di affinità, e che il loro assorbimento avvenga mediante siffatto cambiamento. Tuttavia nel maggior numero dei casi ciò non è che mera supposizione, e la rapidità con cui molti veleni sono ammessi, lungi dal giustificare la ipotesi di simili preliminari, rende all' opposto verisimilissimo che essa dipenda da un'affinità colla materia organica, affinità per la quale spiegasi altresì l' attacco profondo ed immediato che porta a quest' ultima l' azione degli acidi concentrati o degli alcali caustici. La legge generale, non solo dell' affinità, ma dell' attrazione e dell' assorbimento che posano sopra questa proprietà, è la coincidenza di una diversità

(1) *Ueber das Einsaugungsvermoeegen der Pflanzen*, Marbourg, 1828.

(2) *Annali delle sc. naturali, 2.a serie, Botanica, Parigi, 1836, t. VI, p. 293.*

nei tratti particolari con certa rassomiglianza nei caratteri generali, o, in altri termini, quella della differenza e della identità (§. 261, 3.^o); ma, sebbene questa legge abbia un' applicazione generale, non possiamo però dimostrarla in tutti i casi speciali, e per esempio ci è impossibile spiegare col suo soccorso perchè il grasso che nuota sull' acqua sia respinto dal vetro ed attratto dallo stagno, mentre il sovero si comporta in modo inverso. Dobbiamo quindi attenerci ai risultati della esperienza riguardo ai rapporti di affinità che determinano l' assorbimento, senza che segua da ciò veruna lesione all' autorità della legge generale. Quindi, lasciando da parte la facoltà assorbente del tessuto cellulare (§. 902, 7.^o) e della sostanza organica privata di vasi, tale come essa esiste nell' uovo (§§. 200, 3.^o; 461), esaminiamo il quesito di sapere se i linfatici e le vene, le pareti ed il contenuto dei vasi, mostrano alcune differenze nei loro rapporti di affinità.

3.^o Dapprima la disposizione delle radici prova che le vene, prolungamenti immediati delle arterie, sono principalmente destinate a ricondurre il sangue, mentre che i linfatici, i quali nascono sulle diverse superficie mediante reticelli liberi, lo sono specialmente ad impadronirsi delle sostanze che devono essere introdotte nel sangue; che in conseguenza essi presiedono, nelle circostanze normali, all' assorbimento, e non senza ragione dassi loro il nome di vasi assorbenti.

4.^o Se passiamo in rivista le osservazioni precedentemente citate (§. 902), troviamo che, d' ordinario, e fors' anche sempre, il chilo e l' acqua passano nei vasi linfatici, che i sali vi s' introducono spesso, e che di raro vi si rinvencono le materie coloranti, gli odori e gli ossidi metallici, finalmente che non vi si riscontrano mai il maggior numero dei veleni, di cui le sole vene s' impadroniscono. I vasi linfatici hanno dunque un' affinità speciale per le sostanze suscettibili di essere convertite in principii costituenti normali del sangue, mentre che quanto porta un carattere estraneo all' organismo viene assorbito principalmente dalle vene, come riconobbero già Grimaud (1), Tiedemann, Fohmann (2), Krimer (3), Collard di Martigny (4), Westrumb (5), Mayo (6), Muller (7) ed altri. Ma Westrumb (8)

(1) *Corso completo di fisiologia, Parigi, 1818, t. II, p. 257.*

(2) *Das Saugadersystem der Wirbelthiere, p. 8.*

(3) *Versuch einer Physiologie des Blutes, p. 80.*

(4) *Magendie Giornale di fisiologia, t. VIII, p. 205.*

(5) *Meckel, Archiv fuer Anatomie, 1827, p. 530.*

(6) *Anatomical and physiological commentaries, fasc. II, Londra, 1823, p. 44.*

(7) *Handbuch der Physiologie, t. I, p. 264.*

(8) *Loc. cit., p. 533.*

e Brugmans (1) hanno emesse opinioni problematiche dicendo: il primo, che i vasi linfatici non ammettono le sostanze resistenti all' assimilazione se non quando essi sono in istato di malattia o d' irritazione contro natura; ed il secondo, che l' assorbimento per essi del virus vajuoloso è il risultato della infiammazione prodotta da questo virus; giacchè un' affinità naturale con la sostanza animale può rendere i linfatici capaci di attrarre eziandio da essi certi veleni animali. Ma se ci poniamo al punto di vista teleologica, si può dire benissimo che le sostanze omologhe passano nel sistema linfatico, per essere trasformate ed assimilate nel suo interno, mentre le sostanze eterogenee s' introducono nelle vene acciocchè, trasmesse nelle arterie, esse siano prontamente eliminate dall' organismo per la via delle secrezioni. L. C. Trevirano assicura che la canfora, le materie coloranti e simili, non penetrano che nel tessuto tubuloso del legno, e mai nei condotti intercellulari, i quali non ammettono che sostanze affini (2). Giusta un' osservazione di Doubray (3), un vegetabile si libera per escrezione della sostanza velenosa cui assorbi; la metà delle radici di un *pelargonium* essendo stata immersa in una dissoluzione di cromato di piombo, trovossi in seguito questo sale nell' acqua distillata, in seno alla quale avevasi immersa l' altra metà delle radici.

5.^o Nei vasi linfatici è la forza attrattiva delle pareti che opera, mentre che nelle vene è quella del sangue in esse contenuto. Weber (4) pel primo stabilì siffatta proposizione, di cui egli si valse per provare, massime colla scorta delle esperienze di Emmert (5), che le vene non ammettono i veleni se non in quanto esse sono piene di sangue, invece che i linfatici assorbono eziandio nello stato di vuotezza. Emmert aveva già riconosciuta la forza attrattiva del sangue pei veleni (6), alla dimostrazione della quale servirono le osservazioni di Magendie (7), il quale vide la stricnina penetrare eziandio nelle arterie. Non possiamo adunque ammettere con G. R. Trevirano (8), che lo stato di ripienezza delle vene pel sangue che vi fluisce del continuo, si opponga che esse assorbano.

(1) *Ontdy*, loc. cit., p. 58.

(2) *Vom inwendigen Bau der Gewaechse*, p. 15.

(3) *Froriep, Notizen*, t. XLV, p. 201.

(4) *De pulsu, resorptione, auditu et tactu*, p. 15. — *Hildebrandt, Anatomia*, t. III, p. 114.

(5) *Tuebinger Blaetter*, t. II, p. 82. — *Meckel, Deutsches Archiv*, t. I, p. 176.

(6) *Tuebinger Blaetter*, t. II, p. 88.

(7) *Giornale di fisiologia*, t. I, p. 10.

(8) *Die Erscheinungen und Gesetze des Lebens*, t. I, p. 313.

6.° Siccome, inoltre, alcune sostauze eterogenee sono prese eziandio per le vene in parti separate dall' organismo e morte, possiamo considerare l' assorbimento venoso come un' operazione fisica posante sui rapporti chimici della massa del sangue, mentre che l' assorbimento dei linfatici proviene dall' attrazione vivente delle loro pareti, come disse già Lauth (1). Avendo iniettato Poiseuille (2) del cianuro di potassio nell' intestino retto di un sorcio, e fatto scorrere un pennello imbevuto della dissoluzione di peracetato di ferro alla superficie di una porzione del mesenterio, vide, dopo alcuni secondi, degli isolotti nerastri e di forma irregolarissima circolare nelle vene, parallelamente alle quali scoprivansi vasi linfatici nerastri e senza movimento; qui l' acetato di ferro sembra essere stato assorbito dal sangue delle vene e dalle pareti soltanto dei linfatici. Nei vegetali pure l' assorbimento sembra essere determinato dall' affinità delle pareti cellulose per le sostanze esterne; giacchè allorquando si togliono le estremità delle radici, o si tagli lo stelo per traverso, scorgesi penetrare indistintamente ogni sorta di sostanza, mentre che, quando le parti sono intatte, esistono alcune sostanze assorbite in maggior quantità di altre. Come i sali metallici distruggono la composizione normale delle pareti vascolari, cambiano altresì l' affinità e la forza attrattiva di queste pareti, sicchè possono allora penetrare alcuni materiali eterogenei e velenosi.

II. CIRCOSTANZE DALLE QUALI DIPENDE L' ASSORBIMENTO.

§. 906. L' assorbimento dipende da varie condizioni; al pari di esso, la quantità e la natura del contenuto dei vasi linfatici sono soggetti a considerabili variazioni.

I. In generale, una sostanza viene assorbita con tanta maggior facilità, quanto più dessa risulta liquida, ed in conseguenza comporta minor fatica a penetrare il tessuto; quanto più è dessa atta ad entrare in combinazione coi succhi organici, ed a divenire parte costituente del sangue; finalmente quanto più esalta dessa la vitalità dell' organo col quale accade il suo contatto, ed accresca a maggior grado la espansione delle pareti de' suoi vasi linfatici. L' olio grasso non è nè miscibile colla linfa, nè stimolante, quindi resiste all' assorbimento; Segalas (3) ed Hering (4) dopo

(1) *Nuovo manuale dell' anatomico*, Parigi, 1836, in 8.°.

(2) *Breschet, Il sistema linfatico*, p. 211.

(3) *Magendie, Giornale*, t. IV, p. 286.

(4) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. IV, p. 522.

averne iniettato nella cavità addominale di un' animale, lo ritrovarono ancora dopo quattro in dieci giorni, senza che fosse sensibilmente diminuito; previene desso l' ubbriacchezza, opponendosi all' assorbimento dei liquidi alcoolici negli organi digerenti; adoprati per fregagioni, esso serve soltanto quale veicolo di altre sostanze, atteso le sue qualità emollienti. L'acqua e le dissoluzioni di sali neutri sono assorbiti assai facilmente. I liquidi animali lo sono molto meglio, ma tuttavia ad un grado che varia in ragione degli altri loro rapporti coll' organismo; il succo salivale o gastrico è, giusta le esperienze di Brera, un' eccellente veicolo per le sostanze cui vuolsi somministrare in fregagioni; nelle esperienze di Collard de Martigny (1), la pelle assorbì il brodo più prontamente dell' acqua, ed il latte con maggior lentezza; in quelle di Bluff (2), alcune rane, cui la traspirazione aveva reso più leggere, ripresero molto più tardi il loro antico peso sotto carta bibula imbevuta di latte che sotto la stessa carta impregnata di acqua. Gli acidi e le sostanze che contengono concino diminuiscono l' assorbimento; le sostanze volatili determinando la espansione, la favoriscono. L'asserzione di Hering (3) e di Westrumb (4), che le sostanze eccitanti sono assorbite con maggior rapidità delle sostanze dolci, e con tanta maggior prontezza se possiedono in alto grado la facoltà di eccitare, va ammessa con parecchie restrizioni. Giusta le osservazioni narrate da Haller (5) il vino iniettato nella cavità peritoneale sembra essere assorbito infinitamente più tardi dell' acqua, e quando Magendie (6) dice che l' assorbimento dell' acquavite, quello specialmente dell' etere, si compie con maggior rapidità dell' altro dell' acqua, e che la stessa cosa sembra accadere per le sostanze acri e caustiche, paragonate a quelle che sono di natura dolce (7), non bisogna certamente intendere ciò che dalla penetrazione nelle vene. Oltre che le circostanze concorrenti rendono difficile di ben valutare ciò che accade, siamo ridotti ai puri fatti per le sostanze cui conosciamo soltanto mediante i loro effetti specifici; tale è il caso, per esempio, del virus della rabbia paragonato al veleno della vipera; il primo rimane inattivo allorquando si eccide la ferita, una o molte ore eziandio dopo la morsicatura, mentre bastano pochi minuti, riguardo al secondo, acciocchè l' amputazione della ferita parte torni inutile.

(1) *Archivii gnerali*, t. XI, p. 84.

(2) *Diss. de absorptione cutis*. Berlino, 1835, p. 22.

(3) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. IV, p. 533.

(4) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1827, p. 518.

(5) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 343.

(6) *Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 26.

(7) *Compendio di fisiologia*, t. II, p. 231.

II. La forza del potere assorbente dei diversi organi è determinata principalmente dall'abbondanza dei loro vasi, dalla lassezza del loro tessuto e dalla facoltà conduttrice delle parti che li coprono. Ma il grado d'importanza di una parte, relativamente all'insieme della vita, non è per tal riguardo scevro d'influenza; certi organi assorbono alcune sostanze con maggior rapidità degli altri. La stessa situazione sembra qui esercitare il suo ufficio, giacchè sonvi alcuni veleni i quali operano con tanta maggior prestezza che la parte con cui si pongono in rapporto è più vicina all'alto del corpo.

1.° I tessuti entoplastici, il tessuto cellulare ed i sacchi sierosi, si collocano nel primo ordine, dappoichè assorbono senza interruzione per tutta la durata della vita (§. 910, 1.°). Secondo Magendie (1), questi tessuti assorbono con maggior forza degli altri, e la pleura tiene il primo posto fra essi, locchè fa egli a torto dipendere dal ricevere dessa più vasi sanguigni, in proporzione, del peritoneo. Christison (2) narra che la stessa quantità di acido ossalico cui puossi far inghiottire ad un cane, senza compromettere la sua esistenza, lo uccide in meno di un quarto di ora quando lo s'injetti nella cavità addominale. Bisogna tuttavia far entrare in linea di calcolo che qui il veleno non è mescolato con altrettanto di altri liquidi, ned assoggettato ad una elaborazione così attiva come negli organi digerenti. Se molti veleni operano con maggior forza nelle ferite che in ogni altra maniera, tale differenza proviene probabilmente in parte dalla stessa causa, ed al penetrare la sostanza immediatamente nel sangue.

2.° Dopo i tessuti menzionati nel paragrafo precedente vengono le membrane mucose, e qui riscontriamo il fatto osservabilissimo, che quelle fra tali membrane che appartengono agli apparati sensoriali, assorbono certi veleni narcotici con maggior rapidità di ogni altra porzione del corpo; per tal guisa l'acido cianidrico posto a contatto colla congiuntiva, cagiona quasi istantaneamente la morte (3), e Brodie (4) assicura che la sua azione si sviluppa con maggior prontezza sulla lingua, che nello stomaco. Magendie (5) attribuisce questo fenomeno alla mancanza del muco isolante. Tuttavia, n'è soltanto lecito considerare il muco come un semi-conduttore, il quale, quando non ha troppa densità, e non forma

(1) *Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 28.

(2) *Abhandlung ueber die Gifte*, p. 30.

(3) *Wedemeyer. Physiologische Untersuchungen*, p. 236.

(4) *Reil, Archiv*, t. XII, p. 162.

(5) *Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 42.

strati troppo grossi, possiede la facoltà d'imberarsi, come lo riconoscono Tiedemann e Gmelin. L'abbondanza dei filamenti nervosi e la vicinanza del cervello possono benissimo non essere estranei ai fenomeni di tal genere. I polmoni assorbono del continuo, durante la respirazione, alcuni gas cui essi trasmettono immediatamente al sangue; quindi le sostanze estranee che introduconsi nei bronchi sono prese con grande facilità dalle vene, sicchè, giusta le esperienze di Segalas (1), l'alcool iniettato in questi condotti cagiona la ubbriachezza con tanta prestezza come se fosse stato portato nello stomaco. Proviene inoltre da ciò che i veleni narcotici operino con assai maggior forza sulla membrana mucosa bronchiale che sopra ogni altra; due grani di estratto di noce vomica, introdotti da Segalas (2) nei polmoni, cagionarono i sintomi dell'avvelenamento dopo alcuni secondi, mentre che due dramme di tale sostanza introdotte nella vescica non produssero lo stesso effetto che dopo venti minuti; bastava, per cagionar la morte, mediante i polmoni, di una quantità di estratto che non avvelenasse per lo stomaco, nè pei sacchi sierosi; finalmente, la sua azione era più rapida per questa via che per quella della iniezione nelle vene, locchè dipendeva incontrastabilmente dal farlo qui passare nel sistema della vena cava, mentre là le vene polmonari lo portavano subito nel sistema aortico.

3.º Seguin (3) otteneva poco o niun effetto dall'applicazione esterna della dissoluzione di sublimato o di tartaro stibiato, allorquando la epidermide era intatta; quindi considerava egli questa membrana come un ostacolo all'assorbimento, qual specie di vernice, la cui resistenza non può esser vinta che per la forza dell'afflusso del sangue nella traspirazione. Alcuni veleni violenti, per esempio, l'acido cianidrico, la bava dei cani arrabbiati, e simili, rimangono senza azione ogni volta che essi entrino in rapporto colla epidermide allo stato d'integrità; allorquando, all'opposto, s'inoculi il virus vajuoloso sulla pelle spogliata del suo involucro protettore, la infezione succede, e nel metodo detto endermico, la chinina, la stricnina, la morfina, la emetina, l'aloe, la squilla, e simili, producono gli stessi effetti specifici sul complesso dell'organismo, come quando si somministrano internamente, talvolta eziandio li provocano al massimo grado. Ma, quando la epidermide fu staccata mediante acqua bollente, questo fenomeno non si effettua, secondo Magendie (4), pel motivo che la

(1) *Archivii generali*, t. XII, p. 104.

(2) *Magendie Journal*, t. IV, p. 284.

(3) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 590.

(4) *Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 52.

pelle, rinserrata sopra sè stessa al punto di rassomigliare al corno e quindi alla membrana epidermica, non può più assorbire con tanta vivacità; così pure, scema l'assorbimento, se la epidermide fu distrutta dall'ammoniaca o se la pelle, posta a nudo, rimase esposta al contatto dell'aria, che ne operò la disseccazione. Tuttavia la epidermide non è che un involucre protettore, il quale oppone alcune difficoltà alla penetrazione delle sostanze estranee nell'organismo, senza per ciò renderla impossibile. S' imbeve essa (§. 797) massime di liquidi acquosi, come puossi convincersene sopra i calli e le callosità, cui un bagno caldo rammollisce; e si sa che i tessuti cornei in generale, i peli in particolare (§. 797), assorbono, in modo che assumono talvolta un color verde negli artefici di rame (1), e che puossi allora estrarne dell'ossido di rame (2), giacchè i peli sembrano avere grande affinità per quest'ossido; trovai i capelli colorati da esso in verde sopra un cadavere che fu tratto dalla terra molto tempo dopo ch'era stato seppellito colla testa coperta di ornamenti di rame. La pelle delle lucertole assorbe vivamente, in onta delle squame di cui è fornita (3). Soemmerring (4), avendo distaccato un lembo di epidermide mediante un vescicatorio, la tese sopra l'orificio di un bicchiere pieno di acqua distillata, e l'apparato rimase alla lunga in sito senza che il liquido scemasse per effetto della evaporazione. Ma, se la epidermide oppone alla uscita dei liquidi ostacoli che sono a dir vero meno grandi quando siffatta membrana serba le sue connessioni organiche colla pelle, e di cui il sangue affluente può allora facilmente trionfare, esso però non ne impedisce tanto l'entrata; quando Magendie (5) empieva di acqua un lembo di pelle disposto alla maniera di borsa, colla epidermide rivolta all'esterno, questa staccavasi per effetto del trasudamento del liquido, il quale veniva riunirsi alla sua superficie, mentre che, se rivolgevasi la borsa, e collocavasi la epidermide all'interno, l'acqua era presto evaporata. La epidermide delicata delle labbra assorbe con grande attività. Questa membrana non è certamente penetrabile allo stesso grado sopra gli altri punti del corpo, ma lascia ovunque passare i liquidi, i vapori ed i gas, allorquando il contatto duri alla lunga (§. 898, II).

III. Varia l'assorbimento secondo lo stato in cui trovasi l'organismo.

1.º È desso dapprima modificato dalla quantità dei liquidi di questo

(1) *Hildebrand, Anatomie, t. I, p. 202.*

(2) *Archivii generali, t. X, p. 477.*

(3) *Nysten, Ricerche di fisiologia patologica, Parigi, 1811, in 8.º, p. 307.*

(4) *Denkschriften der Akad. zu Muenchen, t. VII, p. 254.*

(5) *Lezioni, t. I, p. 91.*

organismo; ogni corpo attrae l'umidità con tanta maggior forza quanto meno ne contiene esso stesso. Lasciò Dutrochet una pianta esposta all'aria finchè essa perdette 0,15 del suo peso mediante la esalazione, poi la immerse nell'acqua, dove, durante ciascuna delle quattro prime ore, assorbì 20 grani e ne esalò otto; più tardi l'assorbimento fu di 9 grani e $1/2$ per ora, e la evaporazione di nove; finalmente allorquando la pianta ricuperò il suo peso primitivo, l'assorbimento e la esalazione si fecero all'incirca equilibrio uno coll'altra. Vedemmo (§. 840) che separasi tanto più sostanza dal sangue, quanta maggiormente ne ammise questo liquido, e che ciò che esso riceve corrisponde eziandio alle perdite da esso anteriormente comportate. Giusta le esperienze di Edwards (1), le rane assorbono l'acqua con tanta maggior avidità quanto più esse ne avevano perduto mediante la traspirazione; l'assorbimento non è mai più considerabile quanto nel principio; dopo di che esso scema nella stessa proporzione con cui l'animale si avvicina al suo peso primitivo; però, in generale, la perdita si ripara in tal maniera con più rapidità di quello che avveniva. L'assorbimento sta adunque in ragione inversa della quantità di sangue esistente nel corpo. Le esperienze di Magendie (2) e di Verniere (3) ne insegnarono che la stricnina, introdotta nella cavità pettorale dei cani, rimaneva senz'azione quando avevasi determinato una specie di pletora fittizia iniettando molt'acqua nelle vene, che all'opposto essa agiva con istraordinaria prontezza se avevasi diminuito la quantità di sangue mediante un salasso, e che da ultimo l'effetto rientrava nelle proporzioni ordinarie allorquando al sangue tratto dalla vena, si sostituiva eguale quantità di acqua. Ecco eziandio perchè Prevost e Dumas trovarono il sangue molto acquoso proporzionalmente negli animali che avevano comportato abbondanti salassi, giacchè il vuoto formatosi nei vasi accrebbe l'assorbimento di sostanze acquose. La sottrazione degli alimenti induce naturalmente analoghe conseguenze a quelle della diminuzione immediata della quantità di sangue; ecco il motivo per cui si è più esposti alla infezione dopo aver digiunato, i medicamenti dispiegano maggior efficacia nei malati che si condannano ad un tempo ai tormenti della fame, ed in certe circostanze i purganti ed i vomitivi attivano la digestione e la nutrizione. Un vaso linfatico isolato deve egualmente ubbidire a questa legge; per tal guisa Muller (4)

(1) *Influenza degli agenti fisici*, p. 99.

(2) *Giornale di fisiologia*, t. I, fasc. 4.

(3) *Christison*, loc. cit. p. 41.

(4) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 251.

osservò, sopra un intestino di pecora staccato dal corpo, che i vasi lattei cui ne provenivano non tardavano a riempirsi nuovamente quand' egli gli aveva vuotati mediante fregagioni esercitate giusta la direzione delle valvole. Solo è andar tropp' oltre il considerare, con Riolan e Glisson, l'assorbimento in generale quale effetto della pressione atmosferica sul vuoto prodotto dalla esalazione, o paragonarlo, come faceva Aselli, al succhiamento delle sanguisughe.

2.° Il grado di attività vitale esercita qui una influenza essenziale. Nasse (1) osservò che alcune lumache, le quali avevano perduto da $\frac{1}{6}$ fin ad $\frac{1}{3}$ del loro peso, mediante la esposizione all' aria secca, assorbivano poco durante i primi momenti della loro immersione nell' acqua, fin tanto che esse erano esauste, e che l' assorbimento non principiava ad effettuarsi attivamente in esse se non quando avevano cominciato a ricuperare la loro energia. Per un fenomeno analogo, un bicchiere di vino dato ad un lacchè, che era stato posto al vitto delle corse, attivò talmente in lui la facoltà di assorbire nell' atmosfera, che in un' ora il suo peso aumentò di 3o oncie (2). Narra Carpenter un altro fatto dello stesso genere (3). L' assorbimento si compie altresì più attivamente quando la circolazione si fa rapidamente, e se l' individuo ha molta eccitabilità. Osservò Mayer (4) che la legatura dell' aorta ventrale arrestava piuttosto che favorire l' assorbimento delle sostanze estranee nei polmoni, pel motivo che essa riempiva oltremodo gli organi toracici di sangue. Dopo avere praticato Schnell (5) questa stessa legatura, riconobbe che l' antiar, introdotto in una ferita praticata alla coscia, non era assorbito dalle vene; ma, essendo stata l' allacciatura levata dopo otto ore, gli effetti del veleno non tardarono a manifestarsi. Allorquando l' attività vitale di un organo è più eccitata di quella degli altri, quest' organo assorbe pure con maggior vivezza, del che puossi dare una spiegazione in parte meccanica, giacchè la esaltazione della turgescenza rende la tensione delle pareti dei vasi capillari più considerabile ed il corso del sangue più accelerato; ma una parte infiammata, nella quale il sangue non circola, assorbe meno.

3.° Finalmente, la direzione momentanea della vita ha altresì una grande portata. La pelle ed i polmoni assorbono meno, intanto che i vasi linfatici del tubo intestinale dispiegano maggior attività, e si corre men

(1) *Untersuchungen zur Physiologie*, t. I, p. 251.

(5) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1827, p. 493.

(3) *Froriep, Notizen*, t. III, p. 180.

(4) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. V, p. 43.

(5) *Westrumb, Physiologische Untersuchungen*, p. 51.

rischio di essere infettato dopo aver preso un poco di nutrimento di quando si si trova a digiuno. Le passioni deprimenti accrescono altresì l'attitudine alla infezione, pel motivo che affievoliscono la resistenza vitale, e fanno predominare la direzione centripeta degli umori.

IV. Molte circostanze accessorie influiscono sull'assorbimento.

1.° Tale è dapprima la compressione agente dall'esterno. Siccome puossi, comprimendo una porzione d'intestino ingorgata di liquido, far passare questo nei vasi linfatici (1), così pure i movimenti peristaltici del tubo intestinale favoriscono incontrastabilmente l'assorbimento durante la vita, quantunque questo non possa dipendere da essi, come ammetteva Boerhaave, attesochè si compie benissimo in organi nei quali niuna specie di movimento potrebbe sopra di esso influire. Le fregagioni esercitate sopra la pelle sono il più potente mezzo per facilitare l'assorbimento, e la pressione dell'atmosfera favorisce il corso degli umori dall'esterno all'interno (§. 726, 7.°), in conseguenza pure la funzione assorbente, nel tempo stesso che dessa restringe la esalazione (839, 5.°). La pomata stibiata induceva poche o niuna pustole, quando Westrumb (2) l'aveva ricoperta di una ventosa. Se introduceasi cianuro di potassio, con stricnina, morfina, od arsenico, in una ferita, e si applichi poscia una ventosa sopra di questa, non iscorgesi manifestarsi verun sintomo di avvelenamento, ed il cianuro non si ritrova nè nel sangue, ned in verun altro liquido (3).

2.° Siccome il calore determina in generale la espansione e favorisce la riunione dei corpi che hanno affinità gli uni per gli altri, come, in conseguenza, un pannolino eziandio che nuoti con una sua estremità nell'acqua calda, s'imbeve maggiormente di un altro cui lasciasi pendere nell'acqua fredda (4), e come lo stelo delle piante attrae maggior quantità di liquido quando è battuto dal calore del sole, così pure l'assorbimento viene favorito dal calore nei corpi animali, e procede in parte da questa circostanza che le malattie contagiose si propagano maggiormente durante la stagione calda.

3.° Secondo Foderà (5), il galvanismo favorisce l'assorbimento, sebbene non lo si possa mica considerare come la causa essenziale (6).

(1) Muller, *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 251.

(2) Meckel, *Archiv fuer Anatomie*, 1827, p. 527.

(3) Ivi, 1828, 109-119.

(4) Magendie, *Lezioni*, t. I, p. 27.

(5) *Ricerche sull'assorbimento*, p. 36. — *Giornale di Magendie*, t. III, p. 35.

(6) Dutrochet, *L'agente immediato del movimento vitale*, Parigi, 1828, p. 180. — *Mem. sull'anat. e sulla fisiol. dei vegetali e degli animali*, Parigi, 1837, t. I, p. 442.

ARTICOLO V.

Movimento dei liquidi assorbiti.

§. 907. Il movimento del contenuto dei vasi linfatici allo stato d' integrità, non diventa visibile se non quando questo contenuto non è trasparente e privo di colore come i canali che lo contengono. Quindi lo si osservò da gran tempo sul chilo, vuotandosi i vasi che sono pieni di questo liquido e perdendo la loro turgescenza sotto gli occhi dell' osservatore, e successivamente di distanza in distanza (1).

1.° La rapidità della corrente varia molto, ed è difficile determinarne il termine medio (§. 902, 3.°). Cruikshank vide, in un cane, il chilo percorrere quattro pollici in un secondo, locchè farebbe venti piedi al minuto. Ottenne Magendie dal canal toracico aperto di un cane, mezz' oncia di chilo in cinque minuti (2); quello di un coniglio che era rimasto 24 ore senza mangiare, ne diede 9 grani in dieci minuti a Collard de Martigny, e quello di un altro 5 grani in sette minuti (3). Non bisogna perdere di vista tuttavia che, in queste esperienze, la pressione dell' atmosfera sui vasi linfatici posti a nudo e l'apertura del canal toracico erano circostanze meccaniche, le quali dovevano accelerare il corso del liquido, che in conseguenza non potrebbesi trarre da ciò veruna conclusione certa relativamente a quanto accade nello stato normale. Allorquando Magendie (4) aveva vuotato i linfatici del collo, esercitando una compressione sopra di essi, passava talvolta mezz' ora prima che dessi fossero pieni di nuovo, e talvolta eziandio rimanevano vuoti.

2.° La corrente si dirige attraverso le valvole, locchè si deduce dalla struttura di queste, dalla maniera con cui scorre il liquido contenuto nei vasi linfatici che comprimonsi o si feriscono, e del gonfiamento che presentano al disotto di una legatura applicata sopra il loro tragitto. Il canale toracico s'imbocca, con una valvola impedente la retrogradazione della linfa, nell'angolo che fanno le vene giugulare e succlavia, sicchè il liquido che ne esce trovasi strascinato secondo la diagonale delle due correnti di sangue che camminano all' incontro l'una dell' altra (5). Si spinsero talvolta alcune

(1) *Haller, Elem. physiol. t. I, p. 165, t. VII, p. 200, 227.*

(2) *Compendio di fisiologia, t. II, p. 164.*

(3) *Giornale di Magendie, t. VIII, p. 176.*

(4) *Compendio di fisiologia, t. II, p. 200.*

(5) *Soemmerring, Gefaesslehre, p. 507.*

injezioni dal tronco verso le radici, e molti fisiologi, in particolare Darwin, fondaronsi sopra di questo per ammettere che accada spesso durante la vita un movimento retrogrado, e spiegare certi fenomeni, tra gli altri la rapidità con cui diverse sostanze passano dagli organi digerenti nelle vie orinarie. È però soltanto per una rara eccezione che si giunge a spingere le injezioni in questo verso, e secondo Soemmerring (1), una colonna di mercurio alta 33 pollici non fu capace di sormontare la resistenza delle valvole di un vaso linfatico. Quando si riesci colla forza a determinare siffatto movimento retrogrado, le valvole più vicine sono le sole che cedono, ed il reflusso non si estende molto da lungi (2). D'altronde, i pesci non hanno valvole compiute che alle imboccature nelle vene; i loro vasi linfatici non offrono altrove, massime nei siti in cui formano dilatazioni e plessi, che leggeri strangolamenti, i quali ne fanno le reci (3).

3.° Le alternative di compressione alle quali i vasi linfatici sono esposti dalla parte dei muscoli che li circondano, devono avere certa influenza sopra la corrente del liquido, senza però esercitare a tale riguardo un ufficio essenziale. Le osservazioni di Ramdohr e di Rengger ne insegnarono che, negli insetti, il movimento peristaltico dell'organo digerente fa uscire il chilo accumulato fra le sue membrane; i vasi linfatici di una porzione d'intestino devono egualmente vuotarsi per effetto delle contrazioni di quest'organo, e riempirsi mentre accade il suo rilassamento. Non per tanto Lieberkuhn (4), che spiega così l'assorbimento del chilo, osservò che questa alternativa di deplezione non accade che quando l'animale è già esausto, e che fintanto che esso gode di grande energia vitale la corrente non presenta veruna interruzione (§ 714, 4.°). D'altronde il chilo scorre anche quando l'intestino è tranquillo, e dopo la morte (5). Ecco quanto Poiseuille vide, sopra un sorcio, col soccorso del microscopio (6); ad ogni contrazione dell'intestino, il chilo fluiva più rapidamente a scosse, senza che perciò il movimento del sangue cambiasse. Ammette Barry (7) che i gas contenuti negli intestini fanno avanzare il chilo nei vasi linfatici; simile ipotesi supporrebbe uno sviluppo copioso ed affatto anormale di gas. Il movimento dei muscoli addominali può favorire il

(1) Ivi, p. 499.

(2) Haller, *Elem. physiolog.*, t. I, p. 251.

(3) Fohman, *Das Saugadersystem der Wirbelthiere*, t. I, p. 43.

(4) De fabric. et act. villorum intestinorum, p. 22-26.

(5) Haller, loc. cit., t. VII, p. 232.

(6) Breschet, *Del sistema linfatico*, p. 211.

(7) Froriep, *Notizen*, t. XVII, p. 198.

corso del liquido, nella guisa stessa che Magendie vide (1) il chilo scorrere più prestamente dal canale toracico aperto quando comprimevasi il ventre colla mano; però lo scolo accade allorquando la cavità addominale è aperta (2). Può darsi eziandio che, durante la inspirazione, la parte inferiore del canale toracico sia compressa dal diaframma e la superiore dilatata, e che accada un effetto inverso durante la espirazione (3), senza che questa circostanza abbia nulla di essenziale, dappoichè essa non si rinvie ne negli animali che sono privi di diaframma. Medesimamente, i vasi linfatici accompagnano le vene di preferenza alle arterie, e nella pelle, come in infiniti altri punti, essi non sono esposti a pressioni intermittenti.

4.° Nei vegetali, l'assorbimento delle radici e l'ascensione del sevo aumentano allorquando le foglie esalano maggiormente, in conseguenza sotto la influenza di aria secca e calda; ma verso il mezzo della giornata, quando la esalazione è giunta al massimo grado, e sia spinta al punto da soffrirne l'attività vivente, il sevo non ascende più, come lo attestano le osservazioni di Hales e di Dutrochet (4). Medesimamente, la evacuazione continua del canale toracico, il cui liquido è strascinato dalla corrente del sangue venoso, favoraggia il corso della linfa in tutto il sistema linfatico, senza esserne una condizione essenziale. Allorquando siffatta evacuazione sia interrotta dalla stasi del sangue nel sistema delle vene cave (5), o per la legatura della vena succlavia (6), del canale toracico (7), o di un vaso linfatico (8), il liquido che affluisce del continuo dalle radici determina un gonfiamento sotto dell'ostacolo, e se quest'ultimo è collocato nella parte superiore del canale toracico, ne risulta talvolta lo scoppio del condotto (9). Osservò Astley Cooper (10) questa rottura nella porzione addominale del canale toracico (cisterna di Pecquet), non solo dopo una legatura, ma eziandio, nei cani, durante un'abbondante formazione di chilo, anche allorquando contentavasi di comprimere la parte superiore per alcuni minuti. Attribuisce egli questo effetto alla maggior sottigliezza

(1) *Compendio di fisiologia*, t. II, p. 164.

(2) *Haller*, loc. cit., t. VII, p. 234.

(3) *Ivi*, p. 236.

(4) *L'agente immediato del movimento vitale*, p. 72. — *Mem. sui vegetali e sugli animali*, t. I.

(5) *Haller*, *Element. physiolog.*, t. VII, p. 207.

(6) *Westrumb*, *Physiologische Untersuchungen*, p. 47.

(7) *Haller*, loc. cit., t. II, p. 15.

(8) *Valentin*, *Repertorium*, t. II, p. 244.

(9) *Haller*, loc. cit., t. VII, p. 229. — *Krimer*, *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 87.

(10) *Rosenmuller*, *Beitraege fuer die Zergliederungskunst*, t. I, p. 66.

proporzionale delle pareti della parte inferiore. Ma, siccome questa porzione sopporta la pressione di una colonna di mercurio alta più di due piedi senza rompersi, segue da ciò che la forza propulsiva deve essere ancora più considerabile nei vasi linfatici. Vediamo adunque qui alcun che di analogo a quanto succede nell'assorbimento pei punti lagrimali, che continua in onta di un ostacolo alla discesa delle lagrime nel naso, sicchè il sacco lagrimale soffre anormale distendimento.

5.° La forza propulsiva dei vasi linfatici si manifesta in maniera immediata, quando si pungono questi condotti sotto di una legatura, giacchè allora il liquido che essi contengono zampilla, descrivendo spesso un arco di molti pollici, come osservarono Tiedemann, Westrumb (1) ed altri. Vide altresì Tiedemann il canale toracico rinserrarsi all'aria di circa la metà del suo diametro; Fohmann (2) e Breschet (3) osservarono analogo fenomeno sopra i linfatici del mesenterio, e Valentin sopra quelli del collo.

6.° Questi fenomeni potrebbero dipendere dalle proprietà meccaniche del tessuto. Infatti, le pareti dei vasi linfatici, in onta della loro delicatezza e della loro grande estensibilità, possiedono una coesione così forte, che, come fecero vedere Sheldon (4) ed altri, sorpassano, sotto quest'aspetto, i vasi sanguigni, e sopportano la pressione di una colonna di mercurio sotto il cui peso questi ultimi si romperebbero a diametro eguale ed anche quasi di quattro volte più considerabile (5). La coesione è specialmente potentissima nei linfatici delle estremità inferiori; risulta più debole in quelli degli arti superiori, e meno sensibile che ovunque altrove negli altri dei visceri (6). Però i fenomeni di cui si tratta cessano prestamente dopo la morte, sicchè non puossi supporre che essi dipendano unicamente dalla forza meccanica. Tiedemann se ne convinse; avendo legato, sopra un cavallo, il canale toracico, che aveva slanciato il chilo con forza immediatamente dopo la morte, trovò questo condotto pieno dopo un'ora e mezza, ma il chilo non ne fluiva più che con lentezza. Pari cosa fu osservata da Fohmann nei cani (7) e nei pesci (8), da Breschet sui linfatici del mesenterio dei cani (9). Magendie pure (10) crede verisimilmente che

(1) *Physiologische Untersuchungen*, p. 47.

(2) *Anatomische Untersuchung ueber die Saugadern*, p. 33.

(3) *Il sistema linfatico*, p. 73.

(4) *History of absorbent system*, p. 27.

(5) *Hildebrandt, Anatomie*, t. III, p. 97.

(6) *Breschet, Il sistema linfatico*, Parigi, 1836, p. 74.

(7) *Anatomische Untersuchung*, p. 33.

(8) *Das Saugadersystem*, p. 43.

(9) *Loc. cit.*, p. 72.

(10) *Compendio elementare di fisiologia*, t. II, p. 201.

questi vasi si rinserrino al momento della morte, per ciò che esso li trovò quasi sempre vuoti negli animali testè uccisi. Dice bensì Mascagni aver veduto il mercurio scorrere e le pareti dei linfatici avvizzirsi allorquando ledeva preparazioni conservate da gran tempo; ma questa non è obbiezione che impedisca di ammettere una forza vivente di contrattilità.

7.° Scopersè Muller (1), nelle rane, nei rospi, nelle salamandre e nelle lucertole, cuori linfatici, dei quali Panizza (2) riconobbe la esistenza nello stesso tempo di lui, e che furono rinvenuti eziandio poco dopo nei pitoni (serpenti del genere *boa*) da Weber (3) e Valentin (4). Sono dessi certe dilatazioni vescicolose, che spingono la linfa nelle vene mediante pulsazioni particolari, in numero di sessanta per minuto nelle rane, essendo la loro tonaca mediana, vale dire quella che si osserva tra l'involucro celluloso esterno e la membrana comune dei vasi, formata di fibre muscolose segnate di rughe trasversali, come quelle del cuore, e ravvoltole in varie direzioni. Sonvi altresì valvole, all'entrata ed all'uscita di queste dilatazioni. Dopo tutto questo, non puossi ignorare la loro analogia col sistema sanguigno, la cui tonaca media si compone di fibre, le quali, al cuore, sono sviluppate in masse dotate di grande energia motrice, mentre che, nei vasi, esse lo sono tanto incompiutamente da rassomigliarsi al tessuto tendinoso.

8.° Cruikshank, Sheldon (5) e Schreger, fondandosi principalmente sulla struttura del canale toracico dei cavalli, dicevano la tonaca media dei vasi linfatici formata di fibre muscolari. Altri anatomici, fra i quali annoveransi tuttavia Fohmann (6) ed Henle (7), non poterono convincersi della esistenza di queste fibre, ed Henle dice che quelle per esso vedute provenivano dal tessuto cellulare. Però Valentin (8), la cui autorità non può essere qui posta in dubbio, trovò tanto sul canale toracico dell'uomo e del cavallo, quanto eziandio sopra i vasi linfatici, oltre alcuni filamenti di tessuto cellulare, diverse fibre muscolari, le quali si rassomigliano molto a quelle delle vene, e che, alla maniera di queste ultime, camminano per la massima parte nella direzione della lunghezza del vaso, giacchè esse non fanno che anastomizzarsi insieme, di distanza in distanza, mediante

(1) *Archiv fuer Anatomie*, 1834, p. 58, 296.

(2) *Ivi*, p. 301.

(3) *Ivi*, 1835, p. 538.

(4) *Repertorium*, t. I, p. 294.

(5) *History of the absorbent system*, p. 26.

(6) *Das Saugadersystem der Wirbelthiere*, p. 43.

(7) *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium*, p. 1.

(8) *Repertorium*, t. II, p. 242.

fibre oblique. Non comprovò egli la esistenza, ammessa da Mojon (1), di fibre anellari contenute nelle valvole, ed alle quali inserirebbonsi siffatte fibre longitudinali.

9.º Haller vide (2) i vasi linfatici contrarsi al contatto dell'acido solforico, ma non per effetto del cloruro di antimonio. Secondo Valentin, l'azione dell'acido cloridrico fumante o della potassa caustica li riduce sull'istante, in tutta la loro lunghezza, in un sottile filamento. Non si sa per anco precisamente se ciò sia un effetto puramente chimico, come pretende Tiedemann, fondandosi sull'aver desso veduto egualmente alcuni linfatici conservati da un anno nello spirito di vino, rinserrarsi sopra sè stessi. Tuttavia il rinserramento che questi vasi soffrono all'aria sembra dover essere riportato piuttosto ad una irritazione che alla pressione atmosferica. Assicurasi altresì che il contatto dell'acqua calda o dell'alcool allungato determina la contrazione, ma talmente lenta da poter scorgersene soltanto il risultato, senza che sia possibile distinguere lo stesso movimento (3). Non ottenne Valentin verun effetto dalla irritazione meccanica colla punta di uno scalpello; ma Sheldon osservò, sopra un cane vivo, che grossi linfatici, dopo essersi fortemente riempiti mediante una pressione sostenuta per qualche tempo, si contraevano con energia e fin al punto di cancellare intieramente il proprio lume (4). Finalmente in una esperienza praticata da Muller (5), il canale toracico di una capra aperta vivente non si contrasse immediatamente sotto la influenza di energica pila galvanica; ma dopo alcun tempo il punto sul quale avevasi operato parve ristretto, e presentava qua e là alcuni strangolamenti quasi impercettibili. Riconosciamo in tutto questo fenomeni simili a quelli presentati dai vasi sanguigni (§§. 734, 736, 737), movimenti viventi prodotti dal raccorciamento di fibre particolari, in guisa però che i movimenti sono più sostenuti, più lenti, meno apparenti, e le fibre più incompiute, più analoghe al tessuto tendinoso o cellulare, che là dove si sviluppa un fomite di sangue dotato di vitalità superiore, vale dire, che nel cuore. Per tal guisa, la forza motrice dei linfatici deve, come quella dei vasi sanguigni (§. 732), aver influenza sul corso del liquido che questi canali rinchiudono, senza però esserne la causa che dipende dalla tensione vivente delle pareti riguardo al contenuto (§. 748, 1.º).

(1) *Froriep, Notizen*, t. XII, p. 257.

(2) *Opera minora*, t. I, p. 379.—*Elem physiol.*, t. I, p. 165; t. VII, p. 234.

(3) *Hildebrandt, Anatomie*, t. III, p. 97.

(4) *Loc. cit.*, p. 27.

(5) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 265.

10.° Nei vegetali, in cui il tessuto non possiede motilità propria, l'ascensione del sevo, come fece vedere specialmente Dutrochet (1), non dipende già dall'attrazione dei rami e delle foglie, ma dall'assorbimento continuo che operano le estremità delle radici, le quali sono perciò mantenute in istato di turgescenza; giacchè allorquando tagliasi ad esempio un ramo di vite in primavera, il gemitio del sevo per la estremità che comunica colla radice continua senza interruzione, mentre che cessa subito nell'altra estremità qualunque movimento del sevo. Ora, un vaso linfatico che legasi si gonfia sotto la legatura, per effetto della corrente di cui il punto di partenza è alle sue radici, e vedesi, come osservarono tra gli altri, Magendie (2) e Collard de Martigny (3), che il corso del chilo è più o men rapido, secondo che la produzione di questo liquido accade in maggior o minor abbondanza. Dobbiamo adunque cercare nell'assorbimento continuo delle radici la causa essenziale del movimento del chilo e della linfa. Già Haller (4) presumeva che il chilo sia ricevuto per attrazione nei vasi linfatici, e sia spinto al dinanzi per ogni nuova onda così provocata. La forza del succhiamento delle radici fu pur riconosciuta, come causa della corrente nel sistema linfatico, da Mascagni, di concerto colla contrattilità; da Hewson (5) ed Haase (6), congiuntamente colla forza muscolare; finalmente da Trevirano (7) e Muller (8) in maniera affatto generale.

11.° Carus (9) fece esercitare l'ufficio di causa ad una tendenza spontanea della linfa verso il centro organico del corpo. Ma, non conosciamo che l'anima che abbia il potere di determinarsi da sè stessa; la materia non è provocata al movimento, od a qualunque altra manifestazione di attività, se non da una sollecitazione esterna. Puossi per altro benissimo ammettere che l'attrazione cagionante il primo assorbimento, conserva per auco la sua efficacia, nelle pareti dei vasi linfatici, durante il corso ulteriore del liquido, sicchè ogni punto di queste pareti attrae costantemente un'onda novella, ed abbandona al punto situato immediatamente dopo quella che rimase fin là a contatto con esso, come i succhi di

(1) *L' agente immediato del movimento vitale*, p. 73, 159.

(2) *Compendio elementare*, t. II, p. 164.

(3) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 188.

(4) *Element physiolog.* t. VII, p. 234.

(5) *Experimental inquiries*, t. III, p. 189.

(6) *De vasis cutis et intestinorum absorbentibus*, p. 22.

(7) *Die Erscheinungen des organischen Lebens*, t. I, p. 316.

(8) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 269.

(9) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 419.

una pianta passano da una cellula nell'altra. Sarebbe possibile che le valvole favorissero altresì la progressione, del pari che, nei vegetali, l'ascensione del sevo è favorita dai nodi, il cui tessuto cellulare risulta da un agglomeramento di vescichette aventi ciascuna, secondo Dutrochet (1), la loro endosmosi particolare, che le rende scopo di afflusione ed origine d'impulsione.

12.° (In un animale posto a morte durante il corso della digestione, il chilo continua a recarsi dagli intestini verso la vena jugulare, mentre che il corpo conserva il suo calore; giacchè se legasi il canale toracico sopra del diaframma, senza aprire la cavità addominale, si gonfia considerabilmente sotto la legatura (2), e dacchè lo si punge in questo stato, lascia zampillare il suo contenuto sotto la forma di un arco. Siffatto zampillamento del chilo non permette dubbiare che il canale toracico possiede certa contrattilità; ma quest'ultima non sembra giugnere a possedere un ufficio importante altro che dopo una straordinaria distensione, giacchè non solo il chilo contenuto nel canale, al disopra della legatura, non è spinto nella vena, ma inoltre quando si pratica la sezione trasversale del condotto a qualche distanza sopra del laccio, appena fluiscono alcune gocce del liquido, ed il vaso rimane eziandio sempre mediocrementemente ripieno quando lo si tiene nella situazione orizzontale. Sarebbe difficilissimo determinare se tale gonfiamento del canale toracico al disotto della legatura, di cui non si scorge più, d'altronde, veruna traccia dopo il freddamento del cadavere, debba essere attribuito al continuare ancora la chilificazione, o soltanto alla contrazione dei vasi linfatici. Io adotterei volentieri la prima di queste due ipotesi, giacchè altrimenti converrebbe attribuire ai piccoli linfatici una contrattilità fortissima ed oltrepassante di molto quella del loro tronco comune; giacchè, mentre il canale toracico tagliato per traverso non si vuotava mai sul cadavere tenuto in posizione dritta, io vedeva il chilo affluire verso la cisterna, allora eziandio che avendo disteso il corpo sopra la superficie ventrale, poneva querto serbatoio allo scoperto togliendo le vertebre, e ciò in guisa che la cisterna, dopo essere stata quasi intieramente vuotata, mediante puntura, ricompariva affatto piena dopo alcuni minuti, caso nel quale il liquido aveva dovuto evidentemente essere spinto dal basso in alto. La imboccatura del canale nella vena giugulare non è soltanto chiusa, come si sa, da una valvola, la quale si oppone alla penetrazione del sangue, ma sembra

(1) *L'agente immediato del movimento vitale*, p. 171. — *Mem. sopra i vegetali e gli animali*, Parigi, 1837, t. I.

(2) *Giunge nei cani fin ad un diametro di tre linee.*

limitare essa molto lo scorrimento dello stesso chilo, il quale esige forse, per compiersi, certa attrazione esercitata dalla corrente sanguigna. Sembra stabilire tal cosa il fatto che dopo aver legato il canale per raccogliere il chilo, io non aveva più bisogno in seguito di ricorrere alla legatura, e che la esperienza seguente rimase senza risultato; sperando ottenere molto chilo e linfa senza aprire le cavità pettorale ed addominale, feci perire un cane traendogli tutto il sangue, fissai un tubo di vetro alla vena jugulare interna, affatto vuota, dopo averne legati tutti i rami, del pari che il tronco e la vena succlavia, e sospesi il cadavere per le zampe posteriori; dopo mezz' ora, appena aveva raccolto cinque o sei gocce di chilo (1)).

CAPITOLO II.

Mutamenti comportati dalle sostanze estranee assorbite.

I. FLUIDIFICAZIONE.

§. 908. Le sostanze estranee comportano mutamenti cui l'organismo determina in esse, tanto prima del loro assorbimento, quanto dopo (§. 909). Succede il primo caso allorquando fu assorbita una sostanza organica solida capace di assimilarsi al sangue, e la quale, per poter introdursi a questo effetto nei vasi, deve necessariamente incominciare dall'acquistare la forma fluida. Non solo gli organi digestivi, di cui non puossi per anco qui trattare, ma inoltre altri spazii del corpo animale operano, mediante il liquido separato nel loro interno, la fluidificazione della sostanza nutritiva ammessa in essi, all'oggetto che l'assorbimento possa in seguito impadronirsi di essa. Il liquido fluidificante può essere il prodotto di certa secrezione o normale o modificata sotto l'aspetto delle sue qualità, e divenuta così più attiva, atteso la irritazione determinata dalla sostanza estranea (§§. 848-855). Per tal guisa la fluidificazione può limitarsi a prendere un altro stato di coesione, o consistere inoltre in una trasformazione di sostanza.

1.º I sacchi sierosi sono, generalmente parlando, poco atti a modificare corpi estranei solidi in questa maniera, per quindi assorbirli, atteso che consimili irritazioni portano soverchio disordine nella loro attività vitale, e gli infiammano. Pietro Smith introdusse due embrioni e tre uovi di sorcio nel basso-ventre di un gatto; in capo a sedici ore, essendo morto

(1) Giunta d'Ernesto Burdach.

l'animale, non rimaneva più che un pezzo di sostanza ossea della grossezza di una testa di spilla; avendo portato carne, fegato e simili, nella cavità addominale di gatti, non ne ritrovò più veruna traccia dopo qualche tempo, a meno che non vi fossero, tra queste sostanze, porzioni di ossi, i quali d'altronde sembravano essere state corrose: non rimase neppure, scorse sessant' ore, altro che piccola quantità di sostanza ossea di una coscia di rana cui aveva così introdotta chiusa in una borsa di tela. Hering (1) introdusse mezz' oncia di carne affettata nell' addomine di un coniglio; dopo 14 ore la trovò egli attaccata agli intestini mediante un liquido plastico sparso; in altro coniglio, la carne, del peso di una dramma, era, dopo trentasei ore, fissata nella stessa maniera, di color grigio pallido, molle, facile a lacerarsi, piena di succo, più leggera di quattro grani, e circondata di materia caseiforme, che aveva reazioni acide; della carne di montone cruda, ascendente a due dramme, era rammollita dopo nove giorni di soggiorno nella cavità addominale di un cane; aveva color verde-giallastro, come marcia, sapor agro, reazioni acide, e non pesava più di una dramma; di una dramma di carne, introdotta nel ventre di altro cane, non rimaneva più al terzo giorno, che una piccola quantità di liquido puriforme, denso, acido e di odore disgustoso; scorgevansi nei dintorni una infiammazione considerabile ed uno spandimento di liquido plastico. Della carne cui Krimer (2) introdusse nel ventre di una rana, erasi impalidita ed arrotondata sui margini nello spazio di due giorni.

2.° Le sostanze organiche solide sono fluidificate ed assorbite nel tessuto cellulare, senza eccitare una infiammazione tanto considerabile. Giusta le esperienze di Smith, è necessario poco tempo per disciogliere la carne che fu inserita tra la pelle ed i muscoli dei gatti. Introdusse Hood (3) delle linguette di carne, del peso di 15 in 20 grani, sotto la pelle di diversi cani; il montone cotto era, dopo 13 ore, in parte disciolto ed in parte fibroso; del montone crudo, portato nella stessa ferita, era totalmente disciolto, sette ore dopo e convertito in una massa come saponosa; in capo a dodici ore, un pezzo di carne cruda era ridotto in liquido poltaceo dal lato che toccava i muscoli, ed il resto si rassomigliava a carne cotta; d'altronde, la carne era più profondamente attaccata allorquando avevasi usata l'attenzione di tagliarla giusta la direzione delle fibre. Jameson (4),

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. IV, p. 500.*

(2) *Versuch einer Physiologie des Blutes, p. 57.*

(3) *Analytic physiology, p. 166.*

(4) *Froriep, Notizen, t. XVII, p. 249.*

raccomanda di praticare la legatura delle arterie con sottili listerelle di cuojo, avendo riconosciuto che siffatte listerelle erano divenute sottili quanto la carta in sei giorni, sopra una pecora, e che, in un' altra, esse eransi ridotte in pappa nello spazio di tre settimane; in un cane, esse erano egualmente convertite in pappa gialla dopo 25 giorni, ed in altri casi, bastarono 9 giorni per farle sparire fin ai nodi, i quali pure erano convertiti in pappa.

(Io ho fatto in tale proposito le seguenti osservazioni:

3.° Un pezzo di albume d' uovo indurito, tagliato a cono, e pesante dodici grani, fu introdotto, sul lato del ventre di un coniglio, tra la pelle ed i muscoli; la ferita esterna, lunga sette in otto linee, fu riunita con un punto di cucitura; essa era cicatrizzata in capo a 24 ore. Al terzo giorno uccisi l' animale. Il pezzo di albume d' uovo aveva conservata la sua forma, ma era ovunque alquanto rammollito, e di color sucido, brunastro; arrossava i colori azzurri vegetabili, era coperto di alquanto coagulo bianco alla sua superficie, ed aveva perduto un grano e mezzo del suo peso. La stessa esperienza, prolungata per otto giorni, non diede altro risultato.

4.° Due pezzi tagliati a cono, uno di carotta gialla, l' altro di patata cruda, furono introdotti sotto la pelle; otto giorni dopo, niun di essi aveva comportato verun cambiamento; solo erano coperti di linfa plastica, la quale ne aumentava il peso di due grani; non esercitavano veruna reazione acida.

5.° Le stesse esperienze, praticate con carne e pane, diedero eguale risultato. In capo ad otto giorni, i due pezzi erano involti di linfa plastica, imbevuti di liquido, e per conseguenza resi più molli; arrossavano alquanto i colori azzurri vegetabili, ma nulla avevano perduto del proprio peso.

6.° Un pezzo di legno molle, avente la stessa forma delle sostanze adoperate nelle esperienze precedenti, fu introdotto in pari modo sotto la pelle di un coniglio; ma l' organismo non volle soffrire un corpo che gli era cotanto estraneo; sopraggiunse la infiammazione, la cucitura lacerossi, e l' applicazione delle listerelle conglutinative non poté impedire la uscita del pezzo di legno.

7.° Si fece mangiare una carotta gialla ad un coniglio il quale aveva fame, e poscia lo si uccise. Lo stomaco fu trovato disteso da una pallottola alimentare, colorita in verdastro alla sua superficie, mentre che il centro conservava il color giallo puro della carotta. Si presero 12 grani di questa ultima porzione, e s' introdussero sotto la pelle di un coniglio, mediante una incisione lunga mezzo pollice. Dopo otto giorni, non solo il tutto era

rivestito esternamente di linfa plastica, ma inoltre se ne era sparsa tra i frammenti della carotta; questi avevano assunto il color verde, ed arrossavano fortemente il tornasole. Non si potè determinarne esattamente il peso, ma non sembrava diminuito.

8.° Supponendo che la formazione di linfa plastica, nelle esperienze precedenti, fosse stata determinata unicamente dal volume dei pezzi introdotti e dalla emorragia cui non potrebbesi in tal caso evitare, ho ripetuto le esperienze con pezzi più piccoli, scansando, il più possibile, ogni versamento di sangue. Non si praticò sulla pelle che una incisione di tre linee, e dopo finito compiutamente il lieve gemittio di sangue che avvenne, si fece una piccola cavità tra la pelle ed i muscoli, mediante una sonda bottonata; venne per ultimo facilitata di molto la introduzione della sostanza che si si proponeva di far assorbire mediante un piccolo tubo di vetro. Ecco i risultati così ottenuti. Un pezzo di albuminà, pesante un grano, era così compiutamente assorbito in capo a quattro giorni, che non si poteva riconoscere il sito in cui era stato collocato se non per un leggero intorbidamento latteo e per la condensazione del tessuto cellulare. Un piccolo frammento di carotta rossa, dello stesso peso, fu ritrovato, nell'ottavo giorno, sotto forma di grumo, lungo soltanto una linea e formato di certa massa untuosa, avente color verde carico. Finalmente un fascicolo muscolare secco, lungo tre quarti di linea e pesante due grani, era affatto rammollito in capo ad otto giorni, e ridotto in molte particelle lunghe appena mezza linea.

9.° Una linguetta di cuoio molle, grossa una linea e mezza, fu rammollita nell'acqua, torta in filo e seccata in maniera da poter essere agevolmente passata, mediante un ago, attraverso una doppiatura della pelle, sul lato del ventre di un coniglio. Per avere un termine di confronto, si passò un filo ordinario attraverso una doppiatura della pelle dal lato opposto. I due fili furono tagliati immediatamente alla loro entrata ed alla loro uscita. In capo a 14 giorni, quello di lino era circondato da uno strato cotanto denso di linfa plastica, da rappresentare un cordone del diametro di più di due linee; l'altro, all'opposto, era convertito in un filamento mollissimo, grosso soltanto una linea e mezzo, di color livido, ed avente affatto l'apparenza di piccola vena piena di sangue.

10.° Si praticò una puntura al ventre di un cane, mediante tre-quarti, e si introdusse, per la cannuccia, un piccolo pezzo di carne nella cavità addominale. Probabilmente la operazione aveva feriti gli intestini, giacchè l'animale morì tre giorni dopo. Si trovarono gli intestini aderenti a tratti, mediante linfa plastica, ed il pezzo di carne, egualmente circondato di

questa linfa, si atteneva alle pareti addominali. Si fece allora, sopra un altro cane, una incisione lunga un pollice e mezzo, attraverso gli integumenti del basso-ventre, s'introdusse la cannuccia di un tre-quarti nella ferita, e la si adoprò per introdurre nella cavità addominale un pezzo di carne, pesante dodici grani, e tagliato giusta la direzione delle fibre, poi un cilindro di patata cruda avente lo stesso peso. L'animale parve soffrir poco; fu ucciso dopo otto giorni. Il pezzo di carne era ridotto alle sue fibre isolate, le quali esse stesse trovavansi sparse nella cavità ventrale, sicchè non si potè determinarne il peso; ma tutte erano brune e friabilissime. Non si scorre in niuna parte linfa plastica. Il cilindro di patata sembrava poco cangiato; le sue estremità erano solamente alquanto arrotondate; esso non era diminuito di peso) (1).

II. TRASFORMAZIONE.

§. 909. 1.° I vegetali assorbono, nel suolo, dell'acqua che non contiene materie organiche, od almeno che ne contiene pochissime, e che giammai non è carica dei principii costituenti proprii di ogni pianta; ma questi principii si manifestano secondo che il succo si eleva nel corpo del vegetale. Wahlenberg osservò questo fenomeno sopra il *tetracera potatoria*, e Saussure sopra la vite. Ricontrò Knight che il sevo dell'acero era quasi insipido nella parte inferiore del tronco, ove la sua gravità specifica non oltrepassava 1004, mentre che all'altezza di sette piedi questa stessa gravità era di 1008, ed a quella di dodici risultava di 1012; il sapor zuccheroso aumentava nella stessa proporzione. Accade qualche cosa di analogo in tutte le altre piante (2). Se i liquidi qui assorbiti si metamorfizzano durante il loro tragitto, ed incontrastabilmente pel contatto delle pareti che li contengono, questa circostanza basta per far presumere consimile trasformazione nel sistema linfatico. Sheldon aveva già osservato che le tortuosità dei vasi linfatici sembrano annunciarlo, dappoichè esse costeggiano il tragitto che i liquidi devono percorrere (3). E per riepilogare diremo, che la corrente cammina con molta lentezza in questi vasi, e se il chilo fluisce più rapidamente, non bisogna perdere di vista che l'assorbimento non è in niuna parte più attivo come nell'intestino, ned in niun'altra

(1) Giunta d'Ernesto Burdach.

(2) Trevirano, *Physiologie der Gewaechse*, t. I, p. 415. — *Nuovo sistema di fisiologia vegetale*, di F. V. Raspail. Parigi, 1837, t. II, p. 28 e seg.

(3) *The history of the absorbent system*, p. 44.

epoca più energico come durante la digestione. Per giungere dalle dita dei piedi nel sangue, ad esempio, la linfa è costretta ascendere fin alla sommità della cavità pettorale, sebbene sianvi ovunque vasi sanguigni nei suoi dintorni, ed il canale toracico non ha più di una in due linee di diametro, benchè il sistema, considerato nel suo complesso, sia probabilmente più spazioso di quello delle vene (1). Siffatto lentore con cui i vasi linfatici conducono il loro contenuto nel luogo di sua destinazione, non potrebbe essere privo di uno scopo.

2.° Aggiungiamo inoltre che, negli animali vertebrati inferiori, questi vasi presentano dilatazioni e plessi, i quali, nei mammiferi, diventano gangli, atteso il loro ravvicinamento, la loro divisione in rami più delicati, le loro più numerose anastomosi, e l'intervento di un involucri del tessuto cellulare (§. 783). Gli antichi fisiologi, che assegnavano per uso a questi gangli di facilitare il corso del liquido, versavano certamente nell'errore, dappoichè essi all'opposto lo rallentano, e se ne rimane convinti, come dimostrò Haller (2), allorquando si rifletta, non solo al meccanismo della loro struttura (§§. 711, 3.°; 725, 2.°; 726, 4.°; 727, 5.°), ma inoltre al fatto assai più conosciuto dagli anatomici, che la iniezione dei linfatici contenuti nel loro interno presenta sempre più o men difficoltà. Qui non può trattarsi di una endosmosi acceleratrice (3).

3.° La frequenza dei gangli è una circostanza che dimostra quanto siano d'essenziali. Mascagni non vide mai linfatico, il quale non ne attraversasse qualcuno. Rimontando dalle membra al tronco, il loro numero aumenta con quello dei vasi, di maniera che, ad esempio, se ne trovano due o tre nel malleolo interno, quattro o cinque nel ginocchio, otto o dieci nell'anguinaglia (4); e nella gran via d'introduzione delle sostanze estranee, il mesenterio, il loro numero oltrepassa cento, sicchè il chilo è costretto attraversarne successivamente molti collocati in serie gli uni dietro gli altri.

4.° Siccome alcune ramificazioni, a pareti estremamente sottili, di vasi sanguigni e linfatici si trovano a contatto immediato nei gangli, torna verisimile che i liquidi contenuti nei due ordini di vasi, si mettano in comunicazione insieme. Haller (5), Mascagni ed Hasse (6) erano già dispos

(1) Hildebrandt, *Anatomia*, t. III, p. 98.

(2) *Element. fisiolog.*, t. II, p. 192; t. VII, p. 239.

(3) Dutrochet, *L'Agente immediato*, p. 196. — *Memorie, ec.*, t. I.

(4) Mayo, *Outlines of human physiology*, p. 158.

(5) *Loc. cit.*, t. I, p. 186; t. VII, p. 214.

(6) *Loc. cit.*, p. 24.

a credere che un liquido separato dal sangue vi si mescoli colla linfa, sebbene d'altronde essi non parteggiassero l'opinione di Nuck, che dava per iscopo a questo miscuglio di attenuare ed allungare la linfa (1). Sarebbe pur possibile che qualche cosa passasse pei vasi linfatici nei vasi sanguigni, congettura fra i partigiani della quale annoveransi, non solo quelli che ammettono la continuità dei due ordini di vasi (§. 900, 2.^o), ma eziandio Weber (2), il quale non crede a siffatta continuità. Il principale motivo sopra cui essi fondansi, è che i vasi linfatici non s'ingrossano durante il loro corso, che in conseguenza il loro contenuto deve diminuire. Tuttavia quest'ultima conclusione non sembra procedere necessariamente dalle premesse, dappoichè l'assorbimento non si esercita d'ordinario che con molta lentezza, ed in conseguenza i vasi linfatici non contengono, d'ordinario, molto liquido, e che d'altronde, sono molto estendibili. Pensava Meckel (3) che le parti acquose passano dal sistema linfatico nelle vene, mediante orificii aperti, all'oggetto di perfezionare la linfa. Tale opinione ha contro di sè che essendo l'unica destinazione della linfa quella di formare sangue, il suo perfezionamento a spese di quest'ultimo liquido non avrebbe veruno scopo. D'altra parte, supponendo, come fa Weber, che la porzione compiuta della linfa penetri nelle vene attraverso le pareti, il quesito di sapere se i vasi linfatici s'imboccano o no colle vene nei loro gangli, non ha verun significato fisiologico. In tale incertezza, ci atterremo alla proposizione stabilita da Weber (4) cioè, che la linfa ed il sangue reagiscono l'una sull'altro nei gangli, all'incirca come fanno l'aria ed il sangue nei polmoni; e lasceremo indeciso, con Breschet (5), il problema avente per oggetto di determinare se il sangue vi dà o vi riceve, non dimenticando neppur di dire essere possibilissimo che avvenga l'uno e l'altro caso, oppure che non si effettui nè l'uno nè l'altro, e che il sangue eserciti un'azione assimilante sulla linfa, pel solo fatto di sua vicinanza.

5.^o Il gonfiamento e la infiammazione che s'impadroniscono dei gangli linfatici dopo l'assorbimento dei prodotti morbosi, provano che questi organi possiedono, non solo una vita molto attiva, ma inoltre certa tendenza all'assimilazione, la quale determina la reazione infiammatoria. Ai bubboni non succede, per solito, la sifilide costituzionale; è vero che allora

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. I, p. 192; t. VII, p. 238.

(2) Hildebrandt, *Anatomia*, t. III, p. 119.

(3) *Nova experimenta de finibus venarum*, p. 9.

(4) *Loc. cit.*, p. 110.

(5) *Il Sistema linfatico, considerato sotto i rapporti anatomici, fisiol. e patologici*. Parigi, 1836, in 8.^o, fig.

il virus può altresì essere eliminato dal corpo pel fatto della suppurazione, come la pronta apertura dei bubboni pestilenziali è il fenomeno che promette più sicuramente la guarigione. Allorquando le glandole dell'ascella si gonfiano dopo la vaccinazione, accade spesso che il vaccino non eserciti verun'azione generale, nè preservi mica dal vajuolo. Medesimamente, contribuisce forse al non operare infezione i virus introdotti negli organi digestivi, il fatto che sortendo da quest'apparato, essi sono costretti di attraversare una serie di gangli linfatici.

6.° Iniettò Hering (1) olio di oliva nella cavità addominale di un gatto, e dopo quattro giorni egli ne ritrovò nei gangli mesenterici; sopra un altro gatto iniettò nel retto un miscuglio di olio di mandorle amare e di cloruro di ferro, col precipitato di azzurro di Prussia che erasi formato, e 24 ore dopo egli rinvenne quest'ultimo in un ganglio del mesenterio. Se sembriamo autorizzati a conchiudere da ciò che le materie estranee ribelli all'assimilazione sono ritenute per qualche tempo nelle glandole linfatiche, un altro fatto sembra dimostrare che il sistema linfatico possiede la facoltà di trasformare o di modificare; Emmert (2), dopo legata l'aorta ventrale, introdusse falsa-angustura nella coscia di un animale; sebbene non si fosse appalesato verun sintomo di avvelenamento, trovò questa sostanza nella urina; siccome qui l'assorbimento non poté effettuarsi per le vene, ed esso era stato esclusivamente adempito dai linfatici, siamo in diritto di presumere, con Weber (3), che il veleno era stato spogliato delle sue qualità venefiche attraversando il sistema linfatico.

(1) *Deutsches Archiv*, t. IV, p. 522, 525.

(2) *Loc. cit.*, t. I, p. 178.

(3) *De pulsu et resorptione*, p. 16, 20.

SECONDA DIVISIONE.

FENOMENI PARTICOLARI DELLA FORMAZIONE DEL SANGUE.

PRIMA SUDDIVISIONE.

DELLA FORMAZIONE DEL SANGUE NEI TESSUTI E NEGLI ORGANI DIGERENTI.

CAPITOLO PRIMO.

Riassorbimento.

§. 910. Una specie particolare di assorbimento è la ripresa mediante il sistema linfatico della sostanza organica uscita dal sistema sanguigno, od il riassorbimento, che insieme colla digestione, costituisce il primo grado della ematosi.

I. Risulta dessa più facile a scorgersi nei liquidi organici.

1.^o Tutte le secrezioni che compionsi nel tessuto cellulare sono riassorbite, giacchè non evvi altra via aperta pel rinnovamento dei materiali (§. 809, 6.^o). Il riassorbimento deve esercitarsi senza interruzione nel tessuto cellulare e nei sacchi sierosi, dappoichè, dopo averli spogliati dei loro liquidi, vediamo questi ricomparire prontamente, d'onde siamo autorizzati a credere che la secrezione non si fermi mai. Così, ad esempio, dopo la operazione della cataratta per estrazione, bastano pochi giorni acciocchè le camere dell'occhio empiansi di nuovo del liquido di cui determinossi la uscita. Secondo Magendie, la sierosità che circonda la midolla spinale sparisce prontamente dopo la morte, epoca in cui essa cessò di essere separata, di maniera che non se ne trovano le meningi ripiene che negli animali viventi, od in quelli che furono testè uccisi. Così pure il grasso sparisce nel dimagrimento, e se trovossene una quantità considerabile nel sangue delle persone cariche di nutrizione, nelle quali era accaduta la soppressione di emorragie abituali, questo fenomeno può benissimo provenire dal riassorbimento (1) nella guisa stessa che la midolla degli ossi scema in certe malattie di consunzione (2).

(1) Trevirano, *Biologia*, t. IV, p. 509.

(2) Hildebrandt, t. I, p. 328.

2.° Nel sistema dermatico od ettoplastico (§. 784, 1.°), non avvi generalmente che una parte delle secrezioni, la quale sia riassorbita; talvolta però lo è la totalità. Ma, qui, il riassorbimento non è mai compito che dal tessuto cellulare. Le ampolle prodotte da lieve bruciatura spariscono in alcuni giorni, locchè non puossi attribuire alla evaporazione avvenuta attraverso la epidermide (§. 906, 3.°). Dopo la soppressione di diarrea cagionata dalla soprabbondante secrezione, avvengono egestioni consistenti. Il riassorbimento si appalesa in ispecialità nei serbatoj di organi glandolosi; per esso la bile può concentrarsi maggiormente nel suo serbatojo (§. 826, 2.°), passare in parte nel sangue (§. 857, IV), e sparire intieramente dalla vescichetta, quando il condotto escretore di questa ultima è ostrutto (1). L'orina comporta egual cambiamento nella vescica (§. 827, 3.°); può dessa deporsi in altri organi allorquando i reni cessano di separare (§. 857), ed essere riassorbita totalmente nel caso di occlusione della uretra. Già si trattò del riassorbimento nella matrice (§. 482, 7.°), nelle vescichette seminali (§. 567, 9.°) e nei canali galattofori (§. 543, 8.°).

3.° Negli individui colti da ulcerazioni in certi organi, il polmone ed il fegato, per esempio, non è raro vedere il pus formare un sedimento mucoso nel siero del sangue o nella orina. Pari cosa succede nel vajuolo confluyente (2); e nei casi stessi di vajuolo discreto, una parte del pus è riassorbita, mentre l'altra forma croste disseccandosi.

4.° Allorquando la pelle comportò una contusione, i dintorni s'imbevono di sangue sparso, sicchè il centro è di color azzuro nerastro, e la periferia verde orlata di giallo, colori che dopo alcun tempo svaniscono tutti. Gli stravasi spariscono in pari modo nelle diverse cavità del corpo. Bruckner trapanò un cane, coagulò, mediante acido solforico, il sangue che erasi sparso sopra la dura-madre, e dopo certo tempo non ne trovò più tracce. Iniettò Kees sangue nella dura-madre di molti cani, ne scappò un poco colla orina e venne un momento il cui cranio non ne conteneva più affatto (3). Accade il riassorbimento fin nella sostanza stessa del cervello; allorquando questa sostanza fu lacerata da uno spandimento e vi si formò un fomite di suppurazione, non è raro trovarvi più tardi vestigie di caverne cicatrizzate, essendo stati riassorbiti il sangue od il pus (4). Il

(1) Voigtel, *Handbuch der pathologischen Anatomie*, t. III, p. 86.

(2) *Giornale di Magendie*, t. II, p. 9.

(3) Burdach, *Vom Baue und Leben des Gehirns*, t. III, p. 9.

(4) *Loc. cit.*, p. 16, 25.

grumo otturatore che si produce nelle arterie ferite, viene riassorbito (§. 862, 3.°), ed Hewson (1) non ritrovò che fibrina concreta senza cruore nè siero, nella vena giugulare di un cane cui esso aveva ucciso tre giorni prima.

II. Per quello spettasi alle parti solide:

1.° Nel corso normale della vita, gli organi transitorii, come i corpi di Wolff (§. 450), l'allantoide (§. 447, 6.°), la vescichetta ombilicale (§. 437, 4.°, 5.°), la membrana pupillare (§. 433, 5.°), le radici dei denti di latte (§. 551, 1.°, 2.°), ed il timo (§. 550, 11.°), sono riassorbiti. Questo fenomeno prende parte altresì all'avvizzimento del cordone ombilicale (§. 499, 3.°), del condotto del Botalli, delle arterie e della vena ombilicali (§. 509, 3.°, 4.°, 6.°). Pari cosa accade, durante l'accrescimento; imperocchè sebbene gli ossi conservino la forma generale che avevano (§. 427, 11.°), alcune cavità si sviluppano nel loro interno (§§. 427, 14.°; 500, 7.°, 13.°; 560, 7.°). Il riassorbimento si esercita eziandio in età avanzata (§§. 586, 2.°; 645, III), sul sistema vascolare (§§. 587, 1.°; 588, 6.°), sopra gli ossi (§§. 587, 3.°; 589, 4.°, 8.°), i denti (§. 587, 2.°) e gli organi genitali (§. 588, 10.°).

2.° I muscoli specialmente partecipano al dimagrimento che tiene dietro alla febbre od a qualunque altra causa, la qual cosa fa sì che, nelle malattie consuntive, tutti i muscoli, e, nelle ferite, infiammazioni e paralisi, quelli che avvicinano immediatamente il male, diventano talmente sottili che durasi fatica a riconoscerli. I nervi possono atrofizzarsi e divenire così trasparenti. Lo stesso è a dirsi di alcune parti del cervello, per esempio, dei talami ottici, che perdono della loro altezza e larghezza; allorchando si sviluppano produzioni anormali, la sostanza cerebrale soprapposta comparisce spesso assottigliata e senza solchi, ed evvi atrofia generale dell'encefalo quando la dura-madre forma pieghe alla sua superficie (2). I testicoli possono atrofizzarsi fin al punto di sparire intieramente (3).

3.° La trasformazione della sostanza degli organi (§. 858) suppone in parte un riassorbimento; la pelle riprende il suo colore naturale dopo la itterizia, le macchie della cornea spariscono, ed accade talvolta al cristallino, già divenuto opaco, di riprendere la propria trasparenza.

4.° La pelle stesa sopra gli ascessi si assottiglia poco a poco, finchè termina col rompersi, e di tutte le parti molli, il tessuto cellulare è il

(1) *Experimental inquiries*, t. I, p. 20.

(2) *Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirns*, t. III, p. 25.

(3) *Voigtel, Loc. cit.*, t. III, p. 404.

primo che attacca la suppurazione, sicchè, negli ascessi, i muscoli, i legamenti, i nervi ed i vasi sono totalmente spogliati di questo tessuto e del grasso. Le parti colpite di morte si staccano dal corpo per effetto del riassorbimento (§. 863, II). Il cristallino sparisce poco a poco quando cadde nella camera anteriore, o se la sua cassula fu colta da considerevole ferita.

5.° Gli ossi prendono parte all'atrofia nella tisi e nelle malattie che costringono a guardare il letto per molto tempo, per esempio, nelle paralisi; diventano friabili nella siflide e nello scorbuto, si rammolliscono nella osteosarcosi, e si distruggono nella carie, dove scorgesi talvolta comparire nella orina i sali calcarei che furono loro tolti (1). La itterizia e l'uso di alcune materie coloranti (§. 865, VII) fanno loro acquistare una tinta estranea, che si dissipa quindi da sè stessa. Le scheggie colpite di morte vengono distaccate mediante il riassorbimento, e si conoscono alcuni casi nei quali porzioni di cranio perirono senza causa apparente e si separarono dal rimanente della scatola (2). Mentre una frattura guarisce, l'osso cilindrico si riempie dapprima, poi si scava (§. 863, 12.°). Alcune punte ossee spariscono (§. 863, 2.°), e certi pezzi ossei totalmente distaccati finiscono coll'essere riassorbiti poco a poco (3). Le esostosi si avvizziscono subito che cessò la diatesi che aveva dato loro origine.

(Il lavoro del riassorbimento è preceduto dalla enfiagione delle parti vicine, che rende queste più tese e più sensibili. Praticando a questa epoca alcune incisioni, se ne trova la superficie, non già di color rosso carico, come nella vera infiammazione, ma giallo-rossastra; il sangue che ne fluisce non si mostra rossissimo, risulta più sieroso; il tessuto cellulare è compatto, ed unisce tutte le parti più intimamente; la superficie della ferita è men liscia al tatto del consueto. La guarigione di questa ferita semplice d'istrumento tagliente si compie con una rapidità straordinaria, e senza che avvengano nuove reazioni infiammatorie; anzi, all'opposto, la irritazione che dapprima esisteva scema durante la cicatrizzazione. Solo quando il gonfiamento cessò affatto, e le parti ritornarono molli, succede il riassorbimento; ma questo non sembra compiersi in modo compiuto, se non in quanto evvi preventiva tumefazione. Cessa la circolazione in un membro gravemente ferito (schiacciamento degli ossi, lacerazione dei

(1) Haller, *Elem. physiol.* t. VII, p. 362. — Sheldon, *The history of the absorbent system*, p. 31.

(2) Gerson, *Magazin*, t. IX, p. 396.

(3) Magendie, *Giornale di fisiologia*, t. I, p. 17.

grossi vasi, e simili); questo membro diviene azzurro, poi nero e si mumifica, come nella gangrena senile. La morte si estende più oltre alla superficie che nell' interno; il vivo forma un cono prominente di mezzo al morto, e la cui sommità è rappresentata dall' osso ancora vivente; la linea di separazione che, per effetto di una disgiunzione spontanea, si converte in un vuoto, mostra sempre tale forma del moncone. Le scheggie, si attengano esse o no all' osso ancora vivente, sono sempre rigettate, e non riassorbite. Tuttavia questi fenomeni non avvengono che di raro; in generale, il membro si riduce in una specie di putridume. Allorquando un pezzo osseo rimane in comunicazione col resto dell' osso, talvolta mediante un collo sottilissimo, od eziandio quando la connessione è stabilita soltanto mediante largo lembo di periostio, questa piccola porzione può essere riassorbita; uno più voluminoso non fa che divenire più liscio alla superficie, arrotondarsi sugli orli, e coprirsi poco a poco di tessuto cellulare cartilaginiforme. Nelle superficie ossee denudate di periostio, il riassorbimento incomincia dal diploe; il pezzo dapprima si perfora, come un cribro, di fori attraverso i quali penetrano i germogli carnosì, ed esso finisce collo sparire totalmente) (1).

III. Ma il riassorbimento accade per tutta la vita. Ne abbiamo già la prova nel bisogno di nutrimento, che non dipende soltanto dalla diminuzione dei liquidi, conciossiachè le parti solide vi contribuiscono pure per la loro parte; infatti, queste parti, specialmente i muscoli, perdono della loro massa, e la loro composizione normale finisce coll' alterarsi, allorquando il nutrimento manca. Un' addizione di nuovi materiali suppone una consumazione corrispondente, e siccome il corpo rimane simile a sè stesso quando la nutrizione non comporta verun interrompimento, questa deve avere per antagonista un riassorbimento, la cui quantità proporzionale è troppo grande nell' atrofia, troppo debole nella ipertrofia. Il rinnovamento dei materiali deve accompagnare tutti gli atti della vita; giacchè l' accrescimento dell' attività in una sfera qualunque della vita apporta dietro sè, od il bisogno di maggior somma di nutrimento e di riposo, o la emaciazione e l' esaurimento. Ecco quanto osservasi nelle febbri, del pari che dopo l' esercizio violento, le veglie prolungate, i lavori insistenti di gabinetto ed il tumulto delle passioni. Per tutto questo il nostro corpo è soggetto al continuo cambiamento di sua sostanza, sicchè in capo ad un numero di anni, non rimane più un solo atomo della materia di cui è desso attualmente formato. I jattro-matematici cercarono di determinare

(1) Giunta di G. F. Dieffenbach, *Handb. d. Chir.* (1825) p. 111.

la estensione di questo periodo. Secondo Keil, non rimane più dopo un anno, che sedici libbre dell' antica materia, la quale, secondo Bernoulli, sarebbe ridotta al terzo soltanto di sua massa primitiva, locchè farebbe nove anni secondo il primo e tre anni giusta il secondo, pel rinnovamento compiuto (1). Le basi di questi calcoli sono troppo incerte perchè possiamo accordarvi il minimo valore.

§. 911. Giunto ora al quesito di sapere quali sono i vasi che compiono il riassorbimento, siamo tentati attribuire di preferenza tale funzione ai linfatici, sì perchè, in virtù della disposizione delle loro radichette (§. 904, 3.^o), essi non possono ricevere il loro contenuto che per la via dell' assorbimento, d' onde siamo indotti a concludere essere dessi che pigliano maggior parte all'assorbimento delle sostanze estranee (§. 905, 3.^o); come perchè, nel numero di queste sostanze, essi sembrano impossessarsi a preferenza di quelle che sono assimilabili (§. 905, 4.^o), e trasformarle in qualche guisa (§. 908), sicchè si può supporli atti altresì a preparare la conversione in sangue di materiali ancora assimilabili dello stesso organismo, riconoscendo pure che in certe circostanze, questi materiali possono passare immediatamente nel torrente della circolazione. Ma atteniamoci, pel momento, ai fatti.

1.^o Durante i primi tempi della vita embrionaria, allorquando non sonvi per anco vasi linfatici, tuttavia accade il riassorbimento, ed esso compiesi evidentemente nella cartilagine allorquando questo corpo denso si trasforma in osso. Può darsi che qui le vene operino, come negli animali invertebrati, i quali hanno vene e mancano di vasi linfatici. Ma il primo sviluppo dell' embrione implica già l' assorbimento, ed esso effettuasi prima che scopransi vene, le quali non esistono neppure negli animali vertebrati inferiori. Se dunque a certo grado della scala vitale, l' assorbimento consiste nella semplice imbibizione, non puossi concludere da ciò che a gradi più elevati della stessa scala, ove esistono vene, poi linfatici, questi vasi non siano incaricati di presiedere alla funzione. Non si potè giungere a dimostrare linfatici, da un lato nell' interno del cervello e dell' occhio, d' altro lato nelle cartilagini e negli ossi, vale dire precisamente nelle sfere più elevate e più inferiori dell' organismo; se ne trovano però all' esterno di questi organi, e siccome una imbibizione di tessuto deve precedere ogni ammissione nei vasi (§. 904, 7.^o), il liquido da assorbire può spandersi altresì in tale maniera finchè rinvenga linfatici, come il succo plastico deve scappare dai vasi innanzi di giungere nel mezzo di

(1) Haller, loc. cit., t. VIII, P. II, p. 65.

un isolotto di sostanza (§. 877, 4.^o). Nella metamorfosi degli insetti (§. 379), il riassorbimento esercita ad evidenza un ufficio, per indurre nuovi rapporti di conformazione degli organi, e siccome qui i vasi sanguigni sono più abbondanti, bisogna che prima d'incontrarli il fluido che deve essere assorbito, imbeva considerabili porzioni di tessuto.

2.^o I gangli linfatici hanno color rossastro alle membra, alquanto giallastro in vicinanza del fegato, bruno-rossastro nella milza, nericcio ai bronchi (1). Saunders (2), Tiedemann (3) ed altri (4), trovarono che dopo la legatura del canale coledoco, i linfatici provenienti dal fegato erano gonfi e gialli, e che la linfa del canale toracico conteneva bile. Portal, Andrè, Assalini (5), Mascagni, Andral (6) osservarono fenomeni analoghi, sopra cadaveri umani, in alcuni casi di otturazione malaticcio dei condotti biliari, e le conclusioni da trarne non lascierebbero verun dubbio se non quando fossevi ad un tempo itterizia generale (7). I linfatici della matrice si dilatano nelle donne incinte, come quelli delle mammelle nelle nutrici (8), e quando la secrezione del latte si disordina in queste ultime, sopraggiunge un gonfiamento doloroso delle glandole dell' ascella. Il grasso libero cui Ribes (9) trovò nel sangue, e non nella linfa, poteva pur provenire dal chilo come essere stato assorbito.

3.^o Molti osservatori (10), particolarmente Mascagni, osservarono spesso, negli stravasi, che i vasi linfatici erano pieni di sangue. Obbietta Magendie (11), ed Andral adopera lo stesso argomento (12), che la linfa, quella specialmente del canale toracico, ha talvolta color di sangue, sebbene non siavi stravasato, mentre di frequente essa era limpida come acqua, benchè quest' ultimo esista. Ma non si pretese mai che il sangue fosse assorbito in tutti i casi, ned' è mai possibile confondere la linfa rossa con sangue assorbito se non quando non si presta attenzione alle circostanze

(1) Hildebrandt, *Anatomia*, t. III, p. 108.

(2) Voigtel, *loc. cit.*, t. I, p. 510.

(3) *Ricerche sperimentali sulla digestione*, trad. di A. J. L. Jourdan, Parigi, 1827, t. II, p. 5.

(4) Breschet, *Del sistema linfatico*, Parigi, 1836, in 8.^o, p. 214.

(5) *Saggio sui vasi linfatici*.

(6) *Compendio d'anatomia patologica*, Parigi, 1829, t. I, p. 560.

(7) Magendie, *Giornale*, t. II, p. 282.

(8) Soemmerring, *Gefaesslehre*, p. 504.

(9) *Mem. della Soc. med., d'emulazione*, Parigi, 1817, t. VIII, p. 616. —

Mem. ed osservazioni d'anat., di patologia e di chirurgia, Parigi, 1841, t. I, p. 25.

(10) Voigtel, *loc. cit.*, t. I, p. 508.

(11) *Compendio elementare*, t. II, p. 186.

(12) *Giornale di Magendie*, t. II, p. 280.

di località. Foderà (1) applicò doppia legatura ad una porzione d'intestino di un coniglio, e vi fece una incisione; in capo a qualche tempo, i linfatici del punto ferito si empirono di sangue. Aprendo Lauth (2) il corpo di un lupo che era stato ucciso con un colpo di arma da fuoco nel petto, trovò i linfatici della parete pettorale di color rosso carico fin ai loro gangli, al di là dei quali essi erano privi di colore. Assicura egualmente Collard de Martigny (3) che i linfatici ammettono sangue allorquando angustiano la corrente venosa di un membro, si determina una plethora fittizia in quest'ultimo. Tali vasi empionsi qualche volta di aria nella putrefazione, al dire di Soemmerring (4), e nell'enfisema, secondo Mascagni, il quale osservò egualmente, nei casi di spandimenti di altri liquidi, la similitudine perfetta tra questi ultimi ed il contenuto dei vasi linfatici vicini.

4.° I gangli linfatici si gonfiano spesso nei dintorni di un organo verso cui i succhi affluiscono in modo straordinario od anormale, in ragione dell'esaltamento dell'attività vitale, per esempio sotto il mento nella dentizione difficile, agli inguini quando l'accrescimento effettuasi con rapidità (§. 555, 1.°), alle ascelle allorquando comincia la secrezione del latte, e nei dintorni delle parti colte da reumatismo o da altra infiammazione. Medesimamente pure, nei casi di ulcera, di carie, di cancro e simili, i vasi linfatici della parte malata si delineano spesso sotto forma di cordoni nodosi, e puossi presumere che essi ricevano le sostanze uscite dal miscuglio organico per trasformarle in certa guisa durante il loro tragitto, e renderle più atte ad essere ammesse nel sangue. Fu egualmente riscontrato pur nei linfatici di organi suppuranti, da Dupuytren, Velpeaus, Portal ed altri (5), ed in quelli che avvicinavano un caso di tumor bianco al ginocchio da Collard de Martigny (6); osservò Andral (7) della materia carcinomatosa nel canale toracico, in una donna presa da cancro alla matrice; Astley Cooper (8) e Rust (9) ne videro nei linfatici di testicoli colpiti di sarcoma, del pari che nel canale toracico. I linfatici presentarono ammassi

(1) *Ricerche esperim. sull'assorbimento e l'esalazione*, Parigi, 1824, p. 69.

(2) *Saggio sui vasi linfatici*, p. 61.

(3) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 208.

(4) *Gefasslehre*, p. 492.

(5) *Giornale di Magendie*, t. II, p. 9. — *Andral*, *Compendio d'anatomia patologica*, t. II, p. 442.

(6) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 198.

(7) *Compendio d'anat. patol.*, t. II, p. 439, 445.

(8) *Isenflamm*, *Beitraege fuer die Zergliederungskunst*, t. I, p. 52.

(9) *Horn*, *Neues Archiv*, 1815, p. 731.

calcarei nella carie, per detto di Soemmerring, e nei gonfiamenti degli ossi, secondo Otto; il canale toracico ne contiene, giusta Cheston (1), nella spina-ventosa. Magendie (2) obbietta contro queste osservazioni, che non si fu bastevolmente convinti della identità del liquido contenuto nei linfatici con quello delle ulcere, e che, quando pure questo liquido fosse stato solo pus, avrebbe potuto essere prodotto negli stessi vasi. Tuttavia queste obiezioni non colpiscono tutti i fatti indistintamente, e la gonfiezza visibile dei linfatici proveniente da una parte che suppara, parla più in favore di un passaggio in natura che di ogni altra ipotesi. Rimane a dir vero difficile il comprendere come i globetti del pus possano giungere nei linfatici senza orificii aperti; ma la stessa difficoltà erigesì contro l'assorbimento mediante le vene, nè ripugna il pensare che il pus imbeva le pareti sotto forma puramente liquida, che esso non prenda quella di globetti se non dopo aver penetrato nell'interno dei vasi (§. 855, VI). È certo che il pus può essere assorbito egualmente per le vene, quantunque si formi altresì con molta facilità nel loro interno stesso, come dimostrò specialmente Cruveilhier (3). Se Gendrin (4) ne trovò nei linfatici efferenti del mesenterio, ne riscontrò altresì nelle vene. Ribes ne vide (5) nelle vene senza che queste fossero infiammate, in persone colte da ulcere. Blondel (6) ne riconobbe egualmente nei linfatici delle parti suppuranti. Le vene hanno molte volte offerto della materia encefaloide o carcinomatosa nei tubercoli e nel cancro (7), sebbene fosse qui possibile che la degenerazione siasi propagata per infezione a questi vasi.

5.º All'apertura di cadaveri degli idropici, si trova in generale i vasi linfatici ingorgati di liquido, probabilmente perchè l'atonìa li pose fuori di stato di trasportare più da lungi la sierosità separata in troppo grande abbondanza cui essi hanno riassorbita. Si attribui quindi questa malattia e l'edema allo stagnamento della linfa (8). Ma se, come osservò, per esempio, Bouillard (9), l'edema accade nel caso di ostruzione delle

- (1) Scheldon, *The history of the absorbent system*, p. 30.
- (2) *Compendio elementare*, t. II, p. 193.
- (3) *Anatomia patologica*, fascicoli, 2, 11, 13, 27, in fol., fig. col.
- (4) *Storia anat. delle infiammazioni*, t. II, p. 95.
- (5) *Mem. della Soc. med. d'Emulazione*, Parigi, 1817, t. VIII, p. 608. — *Mem. ed osservazioni d'anat., di patol. e di chirurgia*, Parigi, 1841, t. I, p. 17.
- (6) *Fodera, Ricerche sull'assorbimento*, p. 69.
- (7) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 198.
- (8) *Haller, Element. physiolog.*, t. I, p. 167. — *Oudemann, De venarum fabrica et actione*, p. 85.
- (9) *Giornale di Magendie*, t. III, p. 89.

vene di un membro a motivo di grumi o per un tumore che le comprime, oppure s'è vero che una molestia alla circolazione epatica induca l'ascite, ciò non costituisce prova che la congestione sierosa provenga dalla sospensione del riassorbimento per le vene (1), giacchè può, invece, dipendere dall'aumento della secrezione, occasionato esso stesso dall'accumulamento del sangue nei vasi capillari (2). Una legatura stretta fortemente attorno di un membro determina l'edema; ma, in simil caso, la compressione gravita egualmente sopra i linfatici e sopra le vene. Finalmente, nei casi in cui l'edema non effettuasi dopo la estirpazione di gangli ascellari malati, non è dimostrato nè che non rimasero intatti alcuni gangli, nè che la linfa trovando i suoi gangli ostrutti, non si schiuse altre vie. Avendo Astley Cooper legato (3) il canale toracico sinistro sopra un cane, trovò fortemente distesi i vasi linfatici delle membra, principalmente della zampa anteriore sinistra, e quelli del lato sinistro del collo.

Giusta tutte queste considerazioni riunite, siamo in diritto di ammettere che, nello stato ordinario, il riassorbimento effettuasi pei vasi linfatici.

§. 912. Il liquido giunto per tal maniera nei vasi linfatici, porta il nome di *linfa*. Finora si ebbero pochissime occasioni per istudiarlo accuratamente. Brande (4), Magendie e Chevreul (5), Gmelin ed A. Muller (6), Gmelin e Tiedemann (7), esaminarono il contenuto del canale toracico in animali, i quali rimasero alla lunga senza nutrimento; per dir vero, torna impossibile determinare in simil caso se non rimase alquanto chilo nel condotto, o se i resti di alimenti contenuti nel tubo digestivo non ne somministrarono certa quantità, la quale passò nel sistema linfatico. La linfa proveniente da vasi di parti diverse dall'intestino, fu esaminata nei buoi da Desgenettes (8), poscia con più diligenza nei cavalli, da Reuss ed Emmert (9), Tiedemann e Gmelin, A. Muller e Gmelin (10), Leuret e

(1) Magendie, *Lezioni sui fenomeni fisici della vita*, t. I, p. 81.

(2) Oudemann, *venorum fabrica et actione*, p. 43. — Hewson, *Experimental inquiries*, t. III, p. 141.

(3) Isenflamm, *loc. cit.*, t. I, p. 62.

(4) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. II, p. 283.

(5) Magendie *Compendio di fisiologia*, t. II, p. 171.

(6) A. Muller, *Diss. experimenta circa chylum system*, Heidelberg, 1819.

(7) Ricerc. sulla dig., trad. di A. J. H. Jourdan, Parigi, 1827, t. II, p. 92.

(8) Schreger, *Theoretische und praktische Beitræge zur Cultur der Säugetierlehre*, p. 237.

(9) Scherer, *Allgemeines Journal der Chemie*, t. V, p. 691.

(10) *Loc. cit.*

Lassaigne (1), infine nelle rane da G. Muller (2). La linfa umana di cui studiaronsi le proprietà era stata ottenuta da tumori linfatici da Fr. Nasse (3), Friederich (4) e Krimer (5), dalle ferite non cicatrizzate da Soemmerring (6), G. Nasse (7), G. Muller (8), Trog (9), Marchand e Colberg (10).

1.° La linfa è scorrevolissima, chiara, generalmente priva di colore, oppure traente alquanto al giallastro od al verdastro, priva di odore, e di sapore leggermente salato. È neutra secondo Brande, alcalina secondo Tiedemann e Gmelin, Reuss ed Emmert, Leuret e Lassaigne, E. Nasse e Trog. La sua gravità specifica fu trovata di 1022 da Magendie, di 1037 da Marchand e Colberg, di 1045 da Krimer. Nel caso osservato da Soemmerring, essa lasciò colla evaporazione un residuo viscoso, giallo dorato, pellucido, sul quale mostraronsi più tardi alcuni cristalli salini; ridotta alla metà per l'azione del fuoco, essa divenne gelatiniforme. Trovò Brande che questo estratto invecchiava i colori azzurri vegetabili. Secondo Soemmerring, la linfa non si putrefa che dopo alcune settimane.

2.° Questo liquido contiene, come scoperses Hewson, corpuscoli sferici, pellucidi, privi di colore o biancastri, insolubili nell'acqua, che, secondo Wagner, hanno, nei mammiferi, la loro superficie fornita di fine granellature, ed un diametro, d'ordinario di 0,0040 di linea. Nell'uomo, varia il loro volume, al dire di G. Nasse; secondo Berres (11), essi non hanno che 0,0005 in 0,0012 di linea, e sono in parte di forma allungata od ovale.

3.° Fuori del corpo, la linfa si coagula in capo di circa un quarto di ora, come aveva già osservato Diemerbroeck; si comporta allora come il sangue, vale dire, separasi in due porzioni, la sierosità ed il grumo. Provenendo da vasi allo stato normale o feriti, essa si coagula spesso lentamente ed in modo incompiuto, eziandio insensibile. Il grumo comparisce ora sotto forma di piccoli fiocchi o di un tessuto simile alla tela di ragno, ora sotto quella di massa gelatinosa. Ascende a 0,0030 della linfa, secondo

(1) *Ricerche sulla digestione*, Parigi, 1825, p. 142.

(2) Gilbert, *Annalen der Physik und Chemie*, t. CI, p. 515.

(3) Horn, *Neues Archiv*, 1817, t. I, p. 382.

(4) Ivi, 1819, t. I, p. 363.

(5) *Versuch einer Physiologie des Bluts*, p. 147.

(6) *Gefaesslehre*, p. 542.

(7) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. V, p. 21.

(8) Gilbert, *Annalen*, t. CI, p. 513.

(9) *Diss. de lymphæ*. Halle, 1737.

(10) Gilbert, *Annalen*, t. CXIX, p. 647.

(11) *Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Koerpers*, p. 72.

Desgenettes ; 0,0050, per avviso di Gmelin ; 0,0066, giusta E. Nasse. La linfa ottenuta dai tumori linfatici si coagulava prontamente, e dava, secondo Friedrich 0,0144, per divisamento di Krimer 0,1900 di grumo. Leuret e Lassaigne dicono che la sua coagulazione effettuasi pure nel vuoto, nel gas idrogeno e nel gas acido carbonico.

4.° Il grumo consiste in fibrina, (che, secondo Desgenettes, forma, allo stato secco, 0,0008 della linfa), con una porzione di granellature chilose. Magendie vi rinvenne, negli animali tenuti a digiuno, certo colore rossastro, il quale diveniva scarlatta nel gas ossigeno, e porporino nel gas acido carbonico. Quello che proveniva dalla linfa dei tumori linfatici arrossava all'aria, secondo Friedrich ; per opinione di E. Nasse, il nitrato di potassa, il cloruro di sodio ed il gas ossigeno lo rendevano rutilante, mentre il gas acido carbonico gli faceva prendere un color carico.

5.° Il siero è alquanto giallastro ed inverdisce i colori azzurri vegetabili. Soemmerring e Brande videro l'alcool e gli acidi ad intorbidarlo soltanto leggermente. Secondo E. Nasse, all'opposto, questi reattivi vi fanno nascere alcuni fiocchi, ed il nitrato di argento od il sublimato corrosivo vi produce un precipitato caseiforme. Per opinione di Reuss ed Emmert, lascia desso, dopo essere stato disseccato, 0,0375 di residuo. Vi si trovò l'albumina ed alcuni sali, in parte eziandio osmazomo, ptialina e grasso, allo stato di combinazione. I sali sono, secondo Chevreul, cloruro di sodio, e carbonato di soda, fosfato di calce e di magnesia, e carbonato calcareo ; giusta Leuret e Lassaigne, soda, cloruro di sodio e di potassio, e fosfato di calce ; per avviso di Tiedemann e Gmelin, carbonato, solfato, ed acetato di potassa e di soda, con cloruri di potassio e di sodio ; il cloruro di sodio vi predomina, e Chevreul lo valuta a 0,0061 della linfa.

- (1) *Recherches sur la digestion*, Pörrig, 1862, p. 142.
- (2) *Gilbert, Annalen der Physik und Chemie*, t. CI, p. 515.
- (3) *Mon. Kreis Archiv*, 1817, t. I, p. 282.
- (4) *Ibid.*, 1817, t. I, p. 283.
- (5) *Forschung einer Physiologie des Blutes*, p. 147.
- (6) *Gefäßlehre*, p. 212.
- (7) *Zeitschrift für Physiologie*, t. IV, p. 21.
- (8) *Gilbert, Annalen*, t. CI, p. 513.
- (9) *Die Leber*, Halle, 1797.
- (10) *Gilbert, Annalen*, t. CXLIX, p. 617.
- (11) *Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers*, p. 22.

6.^o La proporzione dei principii costituenti era:

	NEL CAVALLO.			NEL CANE.	NELL' UOMO.	
	Secondo Reuss ed Emmert.	Secondo Lassaigne.	Secondo Gmelin.	Secondo Chevreul.	Secondo Marchand e Colberg.	Secondo Krimer.
Acqua. . .	9694	9250	9610	9264	9693	9168
Fibrina . .	30	33	25	42	52	249
Albumina . .	376	574	275	610	43	583
Sali. . .		143	21	84	155	
Sali con ptialina						
Sali con osmazomo . .			69			
Osmazomo .					31	
Grasso. . .					26	

§. 913. Dobbiamo inoltre esaminare le obbiezioni accampate contro la opinione che riguarda la linfa come un prodotto del riassorbimento. Bleuland (1), appoggiandosi a Bartolino, Nuck e Berger ammetteva che i vasi linfatici sono la continuazione delle arterie, e che queste degenerano da un lato in vene, le quali riportano il sangue, d'altro lato in vasi sierosi (§. 703), in vene sierose, vale dire in linfatici. Sembra pure verisimile a Magendie (2) che la linfa sia la porzione del sangue cui le vene non riconducono. Ma, se la cosa fosse così, non si comprenderebbe con quale scopo la linfa avesse vasi suoi propri, mediante cui sarebbe condotta alla massa del sangue, senza entrare in conflitto con altri tessuti. Forse questa separazione del sangue venoso dalla linfa la renderebbe atta ad adempiere le sue funzioni? Per quello spettasi la secrezione, questa non potrebbe accadere che riguardo al fegato, non e rapporto ad altri organi. Quanto alla congettura che questa diminuzione della massa del sangue favorreggi l'azione assorbente delle vene (§. 906, 4.^o), parla contro di essa il fatto che i polmoni, nei quali l'assorbimento per le vene è normale ed attivo al massimo grado, contengono un sangue carico della linfa del corpo

(1) *Experimentum anatomicum*, p. 5, 32.

(2) *Compendio elementare di fisiologia*, t. II, p. 196.

intiero. Giusta la opinione dominante, la linfa è assimilata al sangue nei suoi gangli; secondo la congettura di che ragionasi, questa assimilazione sarebbe superflua, e Magendie dice eziandio che non iscorgesi quale possa essere la funzione dei gangli. I vasi linfatici del mesenterio hanno la stessa struttura, la stessa corrente, il medesimo tronco comune, e fuori del tempo della digestione lo stesso contenuto di quelli d'altri organi, in particolare delle parti in cui non compiesi assorbimento, ma soltanto un riassorbimento; ora, siccome i primi assorbono ad evidenza, gli altri pure devono avere la stessa funzione. La funzione assorbente è più sensibile nei linfatici degli organi digerenti, in quanto che questi vasi vi sono consacrati in ispecial modo all'ammissione della sostanza organica di nuova formazione, e questa impressiona maggiormente gli occhi, a motivo del suo color bianco, sebbene essa non differisca essenzialmente dalla linfa propriamente detta (§. 949). L'asserzione di Magendie, che i linfatici intestinali non possono assorbire altra cosa che chilo, è confutata dai fatti precedentemente citati (§. 902, 9.^o).

1.^o Magendie fonda principalmente la sua opinione sopra l'analogia tra la linfa ed il siero del sangue (§. 664), dalla quale egli conclude la identità dei due liquidi. Hamberger e Lassus avevano già riconosciuta quest' analogia; dice Hewson (1) che la linfa si rassomiglia affatto alla linfa coagulabile del sangue, e Muller (2) dice positivamente che essa è ciò che lui nomina *liquor sanguinis*. Ma questo liquore del sangue non è che sangue senza globetti, e siccome la linfa contiene globetti, essa sarebbe allora sangue compiuto, prescindendo soltanto dal colore. Se dessa fu prodotta per riassorbimento, ed abbia bisogno di trasformazione per divenire sangue, bisogna pure che si rassomigli più o meno a quest'ultimo; ma essa ha inoltre l'analogia col chilo, che pure non proviene certamente da essa.

2.^o Muller allega (3) che, nelle rane, la sottrazione prolungata del nutrimento fa perdere alla linfa la sua coagulabilità, nel tempo stesso che essa spoglia il sangue della propria. Ma questo tratto di rassomiglianza tra i due liquidi deve finire col manifestarsi in animali capaci di sopportare lungamente la fame, allorquando non formasi più fibrina e gli organi ritengono con tenacità il poco che ancora ne rimane nella economia;

(1) *Experimental inquiries*, t. III, p. 106. — Raspail, *Nuovo sistema di chimica organica*, Parigi, 1838, t. III, p. 224.

(2) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 348.

(3) *Ivi*, p. 261.

dapprima succedeva l'inverso. Dalle osservazioni di Collard de Martigny (1) risulta, che la fibrina, scemando nel sangue, diviene più abbondante nella linfa, e che i vasi linfatici sono più pieni allorquando i vasi sanguigni contengono men sangue (§. 906, 4.^o), nella guisa stessa che il loro calibro aumenta negli idropici dimagrati, mentre lo si trova più piccolo nelle persone nutrite (2). Per tal modo Magendie (3) li riscontrò d'ordinario soltanto umidi alla testa, nel collo, sulle membra; erano più di frequente pieni sui lati della colonna vertebrale, nel bacino, nella vena cava, nella vena porta, nel fegato; il canal toracico però non era mai vuoto.

3.^o Un'altra ragione che invoca questo fisiologo (4), è la differenza esistente tra la linfa ed il liquido tanto del tessuto cellulare che dei sacchi sierosi, il quale però viene riassorbito. Ma, al pari di questo liquido, la linfa è una dissoluzione limpida di albumina e di sali, ed essa differisce meno di quello che esso stesso differisca dal sangue, d'onde per altro proviene. Siccome non puossi disconoscere una trasformazione nella secrezione, può esservene eziandio una nella formazione della linfa (§. 916).

4.^o Fondasi Magendie inoltre sul fatto che la linfa di tutte le parti del corpo è la stessa, in onta della diversità dei liquidi da riassorbire in queste parti contenuti. Ma essa si compone in gran parte di acqua, di albumina e di sali, vale dire di sostanze comuni a tutto l'organismo, che esistono ovunque nella economia, ed il chilo, sebbene risulti di alimenti dissimilissimi e di svariati succhi digestivi, non è però meno lo stesso in quanto alle proprietà essenziali. D'altronde, la linfa di alcuni organi presenta caratteri particolari, al dire di Mascagni e di Weber; e se queste particolarità non sono palpabili, dobbiamo rammentarci che il sangue venoso delle diverse parti del corpo deve necessariamente presentarne di quelle che non cadono maggiormente sotto i nostri sensi (§. 887, IV).

5.^o Haller (5) avendo, come altri anatomici, fatto passare iniezioni dalle arterie nei linfatici, aveva tenuto per certo, colla scorta di tutto questo, che gli ultimi nascono da capillari, tanto immediatamente, quanto per canali intermediarii. Siffatta opinione fu compiutamente confutata da Monro (6); ma Magendie pretende ancora, camminando sulle orme di Bleuland, che le arterie sembrano continuare senza interruzione coi linfatici.

(1) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 203.

(2) Haase, *De vasis cutis et intestinorum absorbentibus*, p. 2.

(3) *Compendio elementare*, t. II, p. 198.

(4) *Ivi*, p. 177.

(5) *Element. fisiolog.*, t. I, p. 108.

(6) *De vasis lymphaticis*, Berlino, 1757.

Puossi rispondere che il passaggio delle iniezioni è un fenomeno rarissimo, affatto eccezionale in conseguenza, e che può dipendere da una lacerazione, come afferma Hewson (1), rinfrancato dalle sue proprie esperienze. Non esiste inoltre impossibilità di penetrazione, dappoichè le pareti sottili dei capillari e dei linfatici applicate le une contro le altre, come pure i capillari che spargonsi sulle pareti dei linfatici, ed i linfatici che nascono dalle pareti arteriose, permettono all' imbevimento di effettuarsi. Iniettando Mascagni nelle arterie una dissoluzione di ittiocollo carica di cinabro, vide il liquido scolorato trasudare nel tessuto cellulare, e passare da di là nei vasi linfatici. Accade spesso talvolta nella stessa maniera che quest'ultimi si riempiono di liquido proveniente dai condotti secretorii (§. 904, 6.^o), d'onde chiaro apparisce che essi sono accessibili da varii lati, e che le loro relazioni non si limitano esclusivamente alle arterie. Vide Panizza (2) talvolta, negli animali, le iniezioni passare da certe arterie nei linfatici; mai però non iscorse continuità fra questi due ordini di vasi. Le ricerche di Fohmann (3) sono d'accordo colle sue sotto quest' aspetto, del pari che i risultati precedentemente indicati (§. 904, 3.^o), riguardo alle radichette. I linfatici maggiormente delicati sono molto più grossi dei capillari conducenti sangue (4); dovrebbero adunque, se comunicassero con questi ultimi, poter facilmente ammettere sangue intiero; Krause, ad esempio (5), trovò il loro diametro di 0,007 di linea, mentre che, secondo Muller (6), i minimi capillari delle villosità intestinali del vitello hanno fin 0,006 di linea. Mediante eziandio il solo soccorso della penetrazione attraverso i linfatici che pigliano le loro radici nelle pareti dei vasi sanguigni, o delle arteriuzze che spargonsi alla loro superficie, puossi spiegare (7) come sostanze iniettate nelle vene di animali viventi compariscano dopo alcuni minuti nel sistema linfatico (8); giacchè Hering, fra gli altri (9), trovò nel canale toracico, in capo ad uno in cinque minuti, il cianuro di potassio cui esso aveva iniettato nella vena jugulare di cavalli. Se Magendie (10) vide i linfatici straordinariamente distesi dalla linfa, sopra cavalli nelle vene dei

(1) *Experimental inquiries*, t. III, p. 170.

(2) *Osservazioni*, p. 41.

(3) *Mem. sulle comunicazioni dei vasi linfatici, con le vene*, p. 5.

(4) *Hildebrandt, Anatomie*, t. III, p. 102.

(5) *Muller, Archiv fuer Anatomie*, 1837, p. 5.

(6) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 252.

(7) *Foderà, Ricerche sull' assorbimento*, p. 47.

(8) *Magendie, Compendio*, t. II, p. 325.

(9) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, p. 125.

(10) *Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 80.

quali egli aveva spinto trenta litri di aria, ciò proviene dall'aver qui la ripienezza delle vene impedito al canale toracico di vuotarsi, e probabilmente pure dall'essere penetrato aria nel sistema linfatico.

§. 914. Quanto alle leggi del riassorbimento,

I. Devesi dapprima studiarle in modo generale.

1.° Il riassorbimento è determinato, al pari dell'assorbimento (§. 906, 4.°), dallo stato di pienezza o di vacuità del sistema sanguigno. Quando pigliasi poco nutrimento, e le perdite fatte del continuo dal sangue non sono riparate dall'esterno, i linfatici assorbono maggiormente nel loro proprio corpo. Per questo fatto i medici furono condotti ad impiegare la fame qual mezzo curativo in malattie nelle quali desiderasi che il riassorbimento compiasi con maggior attività. Aveva già osservato Magendie (1) che i vasi linfatici erano più pieni negli animali che rimasero per gran tempo senza ricevere nutrimento, e Collard de Martigny (2) diede a queste sperienze maggiore estensione. Giusta le osservazioni da esso praticate sopra cani posti a stretta dieta, il riassorbimento è talmente accresciuto durante la seconda settimana, che tutto il sistema linfatico trovasi ingorgato di linfa, contenendo quelli del mesenterio certo liquido coagulabile, trasparente, biancastro o leggermente rosato; durante la terza o la quarta settimana, questo liquido scema; partendo da tale epoca, il tubo intestinale non contiene più altro che poca linfa, la quale sembra procedere unicamente dai visceri. Induce naturalmente analoghi risultati la diminuzione immediata della massa degli umori. Infatti, i salassi e le purgazioni, usate d'altronde in circostanze favorevoli, possono guarire le idropisie ed altre malattie di questo genere, attivando il riassorbimento. Il grasso cui Marshall Hall (3) trovò nel sangue degli animali morti di emorragia, vi era giunto al certo per riassorbimento.

2.° I liquidi organici sono le sostanze di cui il riassorbimento s'impadronisce con maggior prontezza ed energia; vengono poscia il tessuto cellulare, quindi i muscoli; gli ossi vi si prestano meno, e meno ancora gli altri tessuti sclerosi; collocandosi nell'ultimo posto i tessuti epidermici. Quindi la epidermide non viene intaccata dalla suppurazione che formasi sotto di essa, ma soffre soltanto certa distensione finchè scoppi, come si osserva specialmente nei siti in cui evvi molta grossezza, verbigrizia, nella palma delle mani e nella punta dei piedi. Rende il panereccio cotanto

(1) *Compendio elementare*, t. II, p. 199.

(2) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 177-203.

(3) *Archivii generali*, 2.a serie, t. II, p. 380.

doloroso, l'essere la epidermide angustata nella sua espansione dalla presenza dell' unghia, mentrechè ovunque altrove puossi rammollirlo e renderlo più estensibile mediante l'applicazione di corpi umidi. Non potrebbe quindi far valere come argomento contro la rinnovazione incessante della materia (§. 909, III), che dopo l'uso del nitrato di argento nell'interno, la pelle conserva spesso per molti anni un color azzurrognolo o nerastro, e che le figure colorate, di cui i soldati, i marinai ed i selvaggi accostumano macchiarsi, durano tutta la vita (1); giacchè siffatti coloramenti risiedono soltanto nella epidermide e nel muco di Malpighi; e da un lato, le sostanze adoperate per produrle resero chimicamente insolubili queste parti già per sè stesse cotanto resistenti all'assorbimento, mentre che, d'altro lato, come osservò Haller (2), esse estinsero la vitalità dei punti sottogiacenti della pelle, sicchè cessano di andar sottoposte alla loro muta abituale. Però, mentre che, giusta i fatti testè riferiti, il riassorbimento del liquido corrisponde alla mollezza ed alla solubilità dei tessuti, essa è pure determinata dall'attività conservatrice dell'organismo e dallo scopo a cui tende siffatta attività. È questa la ragione che fa conservare il sistema nervoso, nocciolo dell'organismo animale, in onta della mollezza della sua sostanza, di mezzo al dimagrimento generale, e che sotto l'aspetto della perseveranza, pareggi il tessuto tendinoso, od anche lo sorpassi; mentre che qualunque vestigio di grasso sparisce dal resto del corpo, questo prodotto animale viene rispettato dal riassorbimento in tutti i punti in cui la sua presenza è necessaria al meccanismo della vita, per esempio, nelle orbite, nella pianta dei piedi ed al sedere.

3.° Il riassorbimento sta in ragione inversa dell'assorbimento, in ispezialità negli organi digestivi. Collard de Martigny (3) osservò, sopra i cani, che durante la formazione del chilo, vale dire durante le sette in nove prime ore che tengono dietro alla ingestione degli alimenti, i vasi linfatici delle altre parti del corpo sono quasi vuoti, mentre che, più tardi, e fuori del tempo della digestione, essi empivansi di linfa. Dietro ciò, i linfatici del tubo intestinale e quelli del resto del corpo formano, al pari delle vene, sotto l'aspetto della loro attività, due sistemi differenti in antagonismo l'uno coll'altro (4).

4.° Sembra altresì accadere un antagonismo fra l'azione secretoria

(1) *Magendie, Compendio elementare, t. II, p. 385.*

(2) *Loc. cit., t. VIII, P. II, p. 55.*

(3) *Giornale di Magendie, t. VIII, p. 175, 187, 202.*

(4) *Ivi, p. 208.*

diretta dal di dentro al di fuori e l'azione riassorbente allorquando sono tolte alcune ostruzioni e riassorbiti alcuni stravasi per effetto del vomito e degli spasmi. Sembra doversi qui riferire il caso osservato da Jahn (1), in cui la vita, prossima ad estinguersi, si manifestò tuttavia mediante il raddoppiamento di attività del sistema linfatico; trattasi di un idropico in cui, al momento della morte, si vide ad un tratto sparire la enfiagione delle mani, poi della faccia, indi delle gambe, mentre che la vescica si distese enormemente.

II. Riguardo al riassorbimento nelle diverse parti del corpo:

1.° È desso soggetto alla legge generale secondo cui ogni parte, la quale non può mantenersi colla sua propria vitalità, perisce, o diviene preda del riassorbimento e si atrofizza, sia ciò perchè dessa adempì la sua destinazione, e non può più essere di veruna utilità nello stato a cui giunse allora la sua vita (§. 909, 5.°), o pel motivo che essa non riunisce più le condizioni necessarie alla vita, come nell'atrofia del nervo, e dei talami ottici dopo la perdita della vista per causa esterna, o finalmente pel motivo che la influenza vivificante del sangue e dell'azione nervosa non vi si fa più sentire almeno in proporzione sufficiente. Osservò Hunter che la sostanza organica di recente formazione, come quella delle cicatrici e del callo, è più facilmente riassorbita, pel motivo che essa ha men forza vitale inerente. Così pure nel trattamento di cui la fame forma la base, le produzioni anormali sono le prime attaccate e quelle che ricevono maggiore attacco; sotto la loro influenza i tumori diminuiscono di giorno in giorno e finiscono collo svanire; le ulceri s'infiammano nei primi momenti, e diventano dolorose, ma non tardano ad assumere miglior aspetto; le parti viziate comportano una morte totale, i margini squamosi spariscono, la suppurazione diviene men abbondante, i germogli carnosì si sviluppano rapidamente e regolarmente, la pelle si allunga da ogni lato, ricoprendo spesso grandissime estensioni in brevissimo tempo; antiche eruzioni perdono presto la loro rossa aureola, si disseccano, e cadono in croste, sotto le quali formossi una pelle normale (2).

2.° La infiammazione accelera il riassorbimento, in particolare all'epoca di sua risoluzione, che dipende eziandio da questo lavoro organico, sotto la cui influenza dissipasi la enfiagione. Per tal guisa, il

(1) Horn, *Neues Archiv*, 1829, p. 333.

(2) Struve, *Ueber Diet-Entziehungs-und Hungercur in eingewurzelten chronischen Krankheiten*, p. 58.

grasso sottogiacente sparisce nelle infiammazioni della pelle; ed in quelle dei muscoli, questi dimagransi, al pari del membro intiero (1).

3.^o La pressione meccanica determina il riassorbimento normale scemando la nutrizione. Così, una porzione di cervello compressa da una idatide o da qualche altra produzione patologica cade nell'atrofia; la pelle ed i muscoli spariscono in conseguenza di decubito prolungato nella stessa attitudine; l'idrocefalo assottiglia gli ossi del cranio, le granellature della dura-madre vi praticano alcune escavazioni, i funghi di tale membrana li perforano; la superficie delle vertebre sparisce col riassorbimento allorquando essa trovasi in contatto coi tumori aneurismatici e la carie s'impadronisce del diploe posto a nudo; nella scogliosi, le costole, pressate le une contro le altre, spariscono; la testa di un osso, uscita dalla sua articolazione, scava una nuova fossa per allogarsi, nell'osso contro cui essa preme. D'altronde, osservò Hunter che nel caso di compressione, non avvi mai di riassorbito altro che il lato più vicino alla superficie esterna del corpo; per tal guisa, gli ascessi degli antri mascellari, dei seni frontali e del canal nasale, apronsi men frequentemente nella cavità nasale che alla faccia; i corpi estranei tendono costantemente a ravvicinarsi alla pelle, ed una pressione esercitata dal di dentro produce più facilmente il riassorbimento di quella che compiesi in direzione inversa. All'opposto, la pressione dovuta alla gravità, nel sistema linfatico, osta al riassorbimento, la qual cosa fa sì che la debolezza generale cagionata dalla stazione prolungata, determini la enfiagione delle gambe, od accresca l'adema, se desse ne sono già attaccate.

§. 915. Il riassorbimento delle parti solide suppone che queste siano state fluidificate.

1.^o Alcune teoriche meccaniche facevano altre volte ammettere che esse vengono logorate dal movimento vitale, e che quest'effetto dipende in parte dalle alternative di flessione e di estensione delle arterie che accompagnano i battiti del cuore, e si estendono a tutto il tessuto organico, in parte dallo sfregamento che i liquidi esercitano nei canali, in particolare nei capillari (2). Ma, per confutare questa ipotesi, basta aver riguardo al riassorbimento della sostanza ossea, le cui fibre non sono suscettibili nè di piegarsi, nè di estendersi, e che non potrebbe

(1) Gendrin, *Storia anat. delle infiammazioni*, t. II, p. 197. — E. Legallois, *Memorie sulle malattie occasionate dal riassorbimento del pus*. (*Giornale ebd. di medicina*. Parigi, 1829, t. III, p. 166 e seg.)

(2) Haller, *Element. physiolog.*, t. VIII, P. II, p. 55.

neppure essere logorata dalla corrente dei liquidi. Devesi adunque convenire che si effettua una dissoluzione chimica.

2.^o Non è possibile dimostrare che tale dissoluzione consista nella combustione mediante il gas ossigeno del sangue arterioso, e che, come lo congetturava Berzelio (1), questa combustione abbia per risultato il produzione di acido lattico, di acido fosforico e di osmazomo; giacchè la linfa non è molto ricca di sostanze ossidate ed in prodotti di queste tre ultime specie, i quali sono all'opposto abbondantissimi nei diversi organi, dappoichè la materia cerebrale, sì poco atta d'altronde a risentire la influenza del riassorbimento (§. 914, 2.^o), contiene circa 0,0130 di osmazomo (§. 792, 12.^o), la cui qualità non ascende nella linfa che a 0,0031 (§. 912, 6.^o).

3.^o Allorquando Hunter diceva che i vasi linfatici rosicano le parti solide come i bruchi le foglie, esprimeva soltanto una metafora. Questi vasi, come osservò Blainville (2), non possono assorbire se non quanto fu già reso fluido. Ma la fluidificazione non può accadere che mediante del liquido circondante tutte le parti, ed a cui demmo il nome di succo plastico (§. 377, 6.^o). Riconosciamo in tal cosa, con Prochaska (3), l'effetto di una doppia affinità elettiva, o di uno scambio mutuo, all'incirca simile a quello che si compie nei polmoni, tra il sangue e l'aria; gli organi attraggono, dal succo plastico, i nuovi materiali necessari alla loro propria conservazione e gli restituiscono quelli che furono posti fuori di servizio; ma, allorquando essi non hanno la forza di mantenersi mediante quest'attrazione, il succo nutritivo opera sopra di essi come sopra una sostanza estranea, vale dire, ne fluidifica la massa intiera, sicchè la loro sostanza assume la forma particolare di cui la nutrizione le aveva impresso il sugello, e si ritorna ad una forma più generale. Ecco in qual guisa lo stesso sangue sparso può esercitare un'azione fluidificante sopra gli ossi, e produrvi una erosione che degeneri più tardi in carie (4).

4.^o Il succo plastico rosica poco a poco gli organi, e quest'azione riesce insensibile a motivo di sua continuità (§. 876), la qual cosa fa sì che la si valuti soltanto colla scorta dei suoi effetti. Tuttavia credeva Kaltenbrunner (5) averla veduta coi suoi occhi nel caso di acceleramento morboso della circolazione; scorgeva egli talvolta qua e là, negli isolotti di sostanza

(1) Schweigger, *Journal fuer Chemie*, t. XII, p. 325.

(2) D' Heré, *Della nutrizione nella serie degli animali*, p. 146.

(3) *Bemerkungen ueber den Organismus des menschlichen Koerpers*, p. 105.

(4) Burdach, *Vom Baue und Leben des Gehirns*, t. III, p. 15.

(5) Froriep, *Notizen*, t. XVI, p. 309.

della natatoja caudale dei pesci e della membrana natatoja delle rane, un movimento oscuro, il quale diveniva poco a poco più visibile, dopo di che scorgeva alcuni corpuscoli liberi riunirsi insieme, poi muoversi in due correnti opposte, che formano un reticello imboccaendosi insieme. Siffatte correnti, dopo averne così prodotti di più considerabili, terminavano nel capillare più vicino, e quindi sparivano da sè stesse.

5.° Gli alcali ed i sali neutri accrescono il potere dissolvente dei liquidi organici, e favoriscono così il riassorbimento. Le acque minerali saline operano in ispecialità con gran forza, particolarmente quelle dette di Sprudel a Karlsbad (1), sotto la influenza delle quali alcune fratture da gran tempo guarite ricompariscono per la fluidificazione del callo. Il mercurio ed il jodio esercitano un'azione analoga, nel tempo stesso che diminuiscono la forza plastica. Ma riconosciamo nei bagni di vapori animali, che hanno la proprietà di far cessare le contrazioni e le anchilosi, senza operare così in maniera ostile, un modo di azione analogo a quello del succo plastico impregnato di calore vitale.

§. 916. Abbiamo detto compiersi una trasformazione nell'interno del sistema linfatico.

I. Se ne scorgono già alcune vestigia negli stati anormali. Dumas (2) ammette che il pus può comportare una metamorfosi nei gangli linfatici; ne trovò egli i vasi linfatici della matrice pieni in conseguenza di febbri puerperali; i gangli ai quali mettevano foce i vasi erano tumefatti ed infiammati, ma i vasi efferenti non contenevano marcia, come neppure il canale toracico. Vide pure Dupuytren (3), in un caso di ascesso alla coscia, la marcia distendersi, nei linfatici, fin alle glandole inguinali, senza che ve ne fosse nel tronco comune. Analoghe osservazioni furono praticate da Lauth (4) dopo gli spandimenti di sangue. Tuttavia questi fatti non possono citarsi in prova di una trasformazione operatasi nei gangli linfatici, se non per quelli che hanno la convinzione non poter qui veruna sostanza, durante la vita, passare dal sistema linfatico nelle vene (§. 900, II).

II. Alcuni argomenti più concludenti sono somministrati dai fenomeni che accompagnano la sottrazione degli alimenti. Siccome il corso della linfa è determinato principalmente dall'assorbimento delle estremità radiolari (§. 907), e che l'assorbimento non è in niuna parte mai così

(1) *Diz. di materia medica. Parigi, 1830, t. II, p. 109.*

(2) *Giornale di Magendie, t. X, p. 103.*

(3) *Magendie, Compendio elementare, t. II, p. 193.*

(4) *Saggio sui vasi linfatici, p. 61.*

abbondante come nel canale intestinale durante la chilificazione, ne segue da ciò che, quando scorre certo tratto di tempo senza che sia preso nutrimento, la corrente deve essere piccolissima nel canale toracico, ed i caratteri che presenta allora la linfa devono dipendere dalla lentezza del suo corso e dal più lungo soggiorno che faceva nel sistema linfatico. Siccome eziandio la linfa che rimase alla lunga stagnante nelle dilatazioni varicose dei suoi vasi, presenta gli stessi caratteri, e che finalmente questi sono più sensibili nel tronco comune che nei rami radicolari, la conclusione che ne abbiamo tratta trovasi confermata nella maniera maggiormente positiva.

1.° Osservò Magendie (1) che dopo lungo digiuno, la linfa acquistava un odore spermatico, e Tiedemann che essa si coagulava più rapidamente ed in modo più compiuto. Collard de Martigny (2) trovò, in cani ai quali negavasi qualunque nutrimento, che, durante i primi quindici giorni, questo liquido era più ricco di principii costituenti, più coagulabile e dotato di odore maggiormente penetrante, ma che in seguito perdeva dei suoi principii e del suo odore, si coagulava più lentamente, e finiva col non farlo più altro che in modo incompiuto. Ecco qual era la proporzione dei principii costituenti, partendo dal momento in cui erano stati presi gli ultimi alimenti.

	In capo a 32 ore	In capo a 9 giorni	In capo a 21 giorni.
Acqua e sali	9400	9314	9368
Fibrina	30	58	32
Albumina, grasso e materia colorante	570	628	600.

Giusta tutto questo la quantità di fibrina dopo 32 ore stava a quella di questa stessa sostanza in capo di nove giorni nella proporzione di 100 : 193, ed in capo a 21 giorni in quella di 100 : 106. Ma la proporzione delle altre sostanze organiche era pei due primi periodi di 100 : 110, per il primo ed il terzo di 100 : 105. Analoga differenza tra la linfa dei plessi lombari e quella del canale toracico fu riscontrata da Gmelin ed A. Muller (3) sopra un cavallo, il quale non aveva mangiato nulla da 24 ore, eccettuato un poco di crusca;

(1) *Compendio elementare*, t. II, p. 131.

(2) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 183.

(3) *Diss. experientia circa chylum sistens*, p. 55.

	Linfa dei plessi lombari.	Linfa del canal toracico.
Acqua	9610	9498
Fibrina	25	42
Albumina	175	340
Ptialina	21	24
Osmazomo	69	84.

La quantità della fibrina nei plessi lombari era adunque a quella di questa sostanza nel canale toracico : : 100 : 168, mentre che la proporzione degli altri elementi tra le due linfe era di 100 : 122. Quindi, secondo queste esperienze, è la fibrina che più aumenta per effetto del soggiorno nel sistema linfatico ; poi vengono l'albumina e l'osmazomo ; la ptialina è la sostanza che meno aumenta. Le osservazioni instituite sopra la linfa umana si accordano con questi risultati, quanto ai punti principali ; la linfa proveniente da un vaso linfatico ferito diede, secondo H. Nasse 0,0066 di grumo, mentre quella che era stata tratta da un tumor linfatico ne somministrò 0,0144 secondo Friederich, e che Krimer trovò 0,0249 di fibrina in quella somministrata da un tumore dello stesso genere. Dietro tutto questo, e siccome la linfa ed il sangue sono le uniche parti organiche nelle quali trovasi fibrina liquida, siamo autorizzati ad ammettere che questa si formi nell'interno del sistema linfatico. Il succo plastico non può essere assoggettato all'analisi chimica, e la stessa secrezione dei succhi sierosi, la quale, certamente è ripresa per intiero dal sistema linfatico, non può esserlo d'ordinario, che nel caso in cui essa si accumulò in modo anormale. Ma se calcoliamo colla scorta delle 32 analisi precedentemente riportate (§. 814, 1.^o), troviamo, prescindendo dall'acqua e dai sali, 0,0296 per termine medio dell'albumina, e 0,0061 per quello delle altre sostanze organiche (osmazomo, ptialina e grasso). È adunque verisimile che, siccome il sistema linfatico contiene egualmente queste sostanze, esse vi giungano per assorbimento, che da un lato le trasformi in parte in fibrina, e dall'altro ne accresca la quantità, sia poi ciò d'altronde per accessione di una linfa più concentrata, proveniente dal riassorbimento dei tessuti solidi, o per l'abbandono della sua acqua ai tessuti vicini in virtù dell'imbevimento delle pareti.

2.^o Pensava Hewson (1) che la linfa acquisti nei suoi gangli i globetti che scorgonsi in essa. Ma, siccome scoperse Muller (2) questi globetti

(1) *Experimental inquiries*, t. III, p. 67.

(2) *Archiv fuer Anatomie*, 1835, p. 113.

nella linfa dell' arto inferiore prima che essa giungesse ad alcuni gangli, così siamo costretti ammettere che essi formansi nelle radichette. D'altronde, induce già a credere che la loro produzione avvenga nel sistema linfatico stesso, il fatto che essi durerebbero fatica ad introdursi dall'esterno, essendo le pareti chiuse da ogni parte; i fenomeni del loro coloramento aggiungono un maggior grado di verisimiglianza a questa ipotesi.

3.^o Aveva osservato Magendie pel primo (1) che gli animali ai quali averasi rifiutato il nutrimento per quattro in cinque giorni, hanno la linfa rossastra, talvolta di un color rosso di robbia, altre volte eziandio giallastra, ma che divien scarlatta nel gas ossigeno e porporea nel gas acido carbonico. Tiedemann e Gmelin trovarono egualmente la linfa rossa nei cavalli cui avevansi fatto digiunare per trenta in quarantotto ore, ed in una pecora, la quale non aveva preso alimenti da 48 ore, il grumo di questo liquido divenne rossastro all' aria (2). Secondo Collard de Martigny, allorquando mancò il nutrimento, la linfa assume una lieve tinta rossastra, ed il suo grumo diventa più rosso all' aria, vi acquista eziandio un color carico in capo a quindici giorni. Le seguenti osservazioni provano che siffatto coloramento dipende dalla prolungazione del soggiorno nel sistema linfatico. Fr. Nasse (3), fece aprire un tumor linfatico situato nella faccia interna della coscia; il grumo della linfa che ne flui acquistò all' aria, secondo Krimer (4), un colore intensamente roseo alla superficie, e leggermente fiore di persico nell' interno; il gas acido carbonico la rese più carica, il gas ossigeno ed i sali neutri più rutilante. In altro caso (5), un tumore linfatico al braccio diede, dopo essere stato aperto, certa linfa trasparente, ma opalina, il cui grumo arrossavasi all' aria.

4.^o Il grasso sparisce rapidissimamente in conseguenza della sottrazione degli alimenti. Tuttavia sembra desso non rimanere in natura nel sistema linfatico, ma contrarvi alcune combinazioni, o comportarvi certa decomposizione; conciossiachè, nei casi precedentemente citati, la linfa fu sempre trovata chiara e non lattiginosa. Una circostanza parla in favore di tale trasformazione, ed è che nelle infiammazioni gagliarde del tessuto cellulare, il grasso si converte in una pappa semiliquida prima di sparire (6).

(1) *Compendio elementare*, t. II, p. 131, 172.

(2) *Ricerc. sperimentali sulla dig.*, trad. di A. J. H. Jourdan, Parigi, 1827, t. II, p. 73.

(3) *Horn, Neues Archiv*, 1827, t. I, p. 382.

(4) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 144.

(5) *Ivi*, p. 147.

(6) *Gendrin, Storia anat. delle infiammazioni*, t. II, p. 197.

Trevirano (1) allega inoltre, che, nei mammiferi, si trova talvolta una massa gelatiniforme in siti i quali d' ordinario contengono grasso.

III. Molti mezzi possono concorrere a questa trasformazione.

1.^o Il primo consiste nella riunione delle linfe provenienti dalle diverse parti, e che, in conseguenza, devono altresì differire tra di loro. Questo ritorno del multiplo alla unità, o dalla diversità alla uniformità, accade specialmente durante il passaggio attraverso i gangli linfatici. Ne abbiamo in prova il numero ed il volume dei vasi efferenti, i quali sono meno considerabili di quelli dei vasi afferenti, sicchè contansi talvolta 14 in 20 dei primi per uno dei secondi (2).

2.^o Però ciò che deve più potentemente contribuirvi, è la forza assimilatrice del sangue contenuto nei capillari che si addossano alle pareti dei linfatici, ed in grande abbondanza, massime a quelle fra le ramificazioni che essi somministrano nell' interno dei gangli. La gonfiezza dei gangli mesenterici, ha certamente gran parte nelle scrofole, nell' atrofia ed in altre malattie nelle quali si riscontra, e siccome i vasi contenuti in questi gangli, lungi dall' essere allora ostrutti, sono all' opposto dilatati, come riconobberlo Soemmerring, Cruikshank e Bruggmanns, ecco in ciò una prova che i gangli non possiedono soltanto l' ufficio di via d' attraversare, ma servono ancora mediante la loro azione trasformante ed assimilatrice (3). Quindi le loro affezioni non sono già esclusivamente materiali (§. 903, 1.^o), e cadono essi malati per simpatia, nei disordini del lavoro plastico.

CAPITOLO II.

Della digestione.

Mantenendosi il corpo organico mediante una formazione continua cui esso stesso compie, abbisogna di materiali particolari, cui il mondo esterno gli fornisce sotto forma di sostanze palpabili, le quali sono atte a divenire parti integranti di sua propria sostanza, ed alle quali dassi il nome di nutrimento. Ma questa materia estranea non può incorporarsi immediatamente ai suoi organi; esso se l'appropria soltanto per gradi; ne crea dapprima un liquido, il quale, essendo uno dei suoi prodotti, partecipa per ciò stesso alla vita e somministra i materiali necessarii alla formazione

(1) *Biologia*, t. IV, p. 512.

(2) *Soemmerring, Gefaesslehre*, p. 520.

(3) *Voigtel, Handbuch der pathologischen Anatomie*, t. I, p. 541.

degli organi e dei succhi appartenenti a questi organi, il *succo vitale* (§. 660, 3.^o). Siffatta conversione del nutrimento in succo vitale è ciò che dicesi nutrizione, nel significato più ampio del vocabolo (§. 778, 1.^o). Ad un grado inferiore dello sviluppo della vita, allorchando il contenuto della sua idea non si è per anco manifestato, e che le sue direzioni diverse non comparvero tuttavia nella pienezza delle loro particolarità distintive, la nutrizione non presenta neppure periodi separati.

I. Il vegetale non ha che una superficie esterna, colla quale esso s'impossessa delle sostanze estranee che gli convengono, e le introduce nel suo interno, in virtù di un'attrazione elettiva, ma senza modificarle per nulla; esso non fa loro comportare in seguito altro che una trasformazione. La nutrizione incomincia qui adunque all'istante stesso dell'assorbimento, e non si divide in differenti periodi; essa si confonde colla vita in generale. Non si scorgono gradi nella formazione del succo vitale, e non si perviene neppure a distinguere quest'ultimo in modo evidente.

1.^o Nelle alghe, nei funghi e nei licheni, l'operazione trovasi ridotta alla sua più semplice espressione; giacchè questi vegetali non consistono che in una aggregazione di cellule applicate le une contro le altre, la cui superficie intiera indistintamente s'impossessa del liquido che si sparge tra esse e penetra nel loro interno.

2.^o Questa semplicità diviene meno sensibile, senza pur svanire affatto, allorchando il corpo del vegetale si divide in due porzioni, lo stelo e la radice, tra le quali esiste un antagonismo di polarità (1). Una radice, destinata non già unicamente, come le fibrille delle piante di cui parlammo, a fissare il vegetale nel luogo di sua stazione, ma ad essere il principal organo dell'assorbimento, od, in altri termini, della nutrizione, comparisce per la prima volta nei muschi, i quali, d'altronde, si compongono esclusivamente inoltre di cellule giustapposte. Mediante i vasi (trachee e loro modificazioni) che le felci possiedono tra le loro cellule, esse fanno il passaggio ai vegetali perfetti, ove i condotti intercellulari (i vuoti permanenti esistenti fra le cellule allungate o gli strati di cellule) sembrano essere in ispecialità incaricati di ricevere il liquido che fu assorbito, il sevo, e distribuirlo alle cellule, conducendolo tuttavia fin alla sommità della pianta. Siccome non evvi mica ancora colà separazione rigorosa tra le funzioni, così regna la stessa confusione nel tronco e nelle radici. Sebbene queste

(1) F. V. Raspail, *Nuovo sistema di fisiologia vegetabile*, Parigi, 1837, t. I, p. 345 e seg.

ultime siano evidentemente l'organo propriamente detto della nutrizione, ed abbiano per destinazione di assorbire liquidi, ammettono pur aria, il cui assorbimento per esse diviene eziandio una condizione della prosperità del vegetale. Dal loro lato, le foglie hanno una vita che si riferisce in modo affatto speciale alla respirazione, e tuttavia esse assorbono altresì, in particolare sotto forma vaporosa, certa umidità, la quale contribuisce alla nutrizione. Alcune foglie distaccate, di cui ponesi la faccia inferiore a contatto coll'acqua, non solo conservano per molto tempo la loro freschezza, come osservò C. Bonnet, ma inoltre aumentano di peso durante certo tratto di tempo, sebbene abbiassi avuto la cautela di fornire il loro picciuolo con cera (1). La rugiada e la pioggia fina, che non penetrano molto innanzi nella terra per poter cogliere le radici, non procurano meno alle piante tutto l'esteriore della freschezza ed un aumento di peso. Le piante che crescono sopra nude rocce o nella sabbia, traggono quasi tutte il proprio nutrimento dall'aria, e talune, come gli aloe, il cereo (*cactus*) e simili che crescono, nella zona torrida, di mezzo alle sabbie maggiormente aride, comunicano eziandio alquanto umidità al suolo che le circonda; l'*epidendron flos aeris* cresce sospeso al soffitto di un appartamento, e senza avere la minima connessione colla terra; un ramo di vite cui fassi passare in istufa calda, attraverso la muraglia, vi fiorisce durante la stagione del freddo, intanto che il tronco, posto all'esterno, rimane sepolto nel sonno invernale (2).

II. Solo nel regno animale si comincia a riscontrare la digestione, vale dire la funzione consistente nell'essere introdotto il nutrimento, per effetto di un movimento particolare, in una cavità aperta all'esterno, ove essa comporta certa elaborazione che la dispone ad essere assorbita, soffre trasformazioni, e diviene atta a formare il succo vitale. L'organo digestivo è la superficie del corpo posta a contatto con una materia estranea, ma rivolta verso l'interno del corpo. L'animale non è ridotto come la pianta alla sola superficie esterna; ne ha desso inoltre una d'interna, la quale s'impadronisce di assai maggiore quantità di sostanze estranee dall'altra, e che diviene, nell'organismo, il suolo speciale ove s'impiantano le radici dei vasi assorbenti. Mentre che la pianta assorbe il suo nutrimento in istato grossolano, e non lo converte che dopo nel suo proprio tessuto, la trasformazione, nell'animale, principia innanzi l'assorbimento, ed alla superficie rivolta al di dentro. Il lato esterno è proporzionalmente più

(1) *Froriep, Notizen*, t. XXIX, p. 281.

(2) *Trevirana, Vom Baue der Gewächse*, p. 184.

consacrato alla vita animale; ha minore penetrabilità, e presenta, per l'ammissione delle sostanze dall' esterno, certe aperture mediante le quali esso comunica col lato interno. Questo, o la cavità digerente, ha per conseguenza una parte periferica, la quale, situata immediatamente nel contorno di siffatte aperture, non solo confina colla periferia animale, ma inoltre le è eziandio sottomessa, sotto l'aspetto della sua vitalità, sicchè il sentimento ed il movimento relativi alla digestione vi acquistano un vero carattere di animalità; ha dessa inoltre una parte centrale, più ravvicinata nell' interno, ove predomina il carattere vegetabile, ove il sentimento è oscuro ed il movimento involontario, e che risulta sede del lavoro propriamente detto della elaborazione e dell' assorbimento dei prodotti di questo lavoro. Le due parti passano insensibilmente dall' una all'altra, senza limiti precisi, ed in modo che la distribuzione dei nervi cerebro-spinali e simpatici non corrisponde esattamente nè al grado di sensibilità generale e sensoriale, nè a quello del movimento volontario od involontario.

1.^o Nella guisa stessa che l'organo digestivo dell' embrione si sviluppa dalla vescichetta ombilicale contenente la sostanza plastica primordiale, comparisce di buon' ora più che altri organi egualmente destinati alla vita plastica, e rappresenta il tronco sul quale questi devono annestarsi, così pure si comincia a scorgerlo, nella serie animale, ad un grado in cui non si rinviene per anco verun organo speciale della vita plastica. Quindi è già gran tempo che si ammisero organi di digestione in tutti gli animali senza distinzione, e che si presentarono come un tratto caratteristico dell' animalità (1). Infatti, furono dessi dimostrati in molti infusorii da Leeuwenhoek, Ellis, Spallanzani, Goeze (2) ed altri, ed in un maggior numero ancora di questi esseri da Ehrenberg. Se gli animali più piccoli di tutti fossero altresì i più semplici, ne avverrebbe che la cavità digerente non mancherebbe a verun grado della scala animale; ma siccome la proposizione fondamentale manca di giustezza, siccome non esiste veruna precisa linea di separazione tra le organizzazioni animale e vegetabile, siamo autorizzati a pensare esservi alcuni animali, i quali alla maniera dell' uovo e della membrana proligerà, si nutrono come le piante per assorbimento alla loro superficie esterna. D' altronde, non si trovarono organi digerenti negli *achium* e negli *scyphium* tra le spugne (3), come neppure negli acefalocisti, nelle ligule e nei tricuspidari, fra gli entozoari e nei bacillari;

(1) Haller. loc. cit., t. VI, p. 108.

(2) Grant, *Outlines of comparative anatomy*, Londra, 1838, p. 305.

(3) Schweigger, *Handbuch der Naturgeschichte*, p. 372.

sicchè Meyen stabili, sotto il nome di agastrici, una classe di animali, comprendente le famiglie delle palmellarie globulose e quelle dei polipozoi cilindrici (1).

2.º Colà eziandio ove scopresi un organo digerente, l'assorbimento per la pelle si mostra tuttavia un mezzo di nutrizione nei gradi inferiori della serie animale. Tale sembra essere nelle sertularie e negli altri polipai analoghi, il modo di azione della base, che si fissa al suolo, come una radice serpeggiante, persiste durante l'inverno, dopo la morte dei rami, e germoglia nuovi rami nella primavera (2). I nematoidi, tanto vivi che morti, si gonfiano nell'acqua, s'erano secchi prima che vi si immergessero (3). Nei trematodi, i pigmenti tenuti in sospensione dall'acqua nella quale si collocarono, spargonsi attraverso tutta la sostanza in maniera uniforme, e senza che scorgasi la minima traccia di canali conduttori (4). Siffatto modo di nutrizione compiesi altresì parzialmente ad un grado più elevato della serie animale (§. 898, 1.º).

3.º Considerando la digestione, dapprima in ciò che essa ha di esterno, nelle sue condizioni materiali, vale dire i suoi organi (§§. 918-922), poi nei movimenti che la costituiscono (§§. 923-934), chiaro apparisce che, eziandio sotto quest'aspetto, la natura presenta forme, le quali non sono collocate allo stesso grado, ed esservi una di queste ultime in cui gli organi specialmente rendonsi osservabili per la mancanza di pareti proprie (§. 918), la pluralità di cavità tutte eguali fra esse (§. 919, I), la lunghezza ridotta quasi al nulla (§. 919, II), la uniformità in tutta la estensione (§. 920, II), la mancanza di aperture situate all'opposto una dell'altra (§. 920, I), quella d'organi accessori (§. 922, IV), l'altra finalmente di un sistema vascolare distinto (§. 922, V). Ma il grado di formazione degli organi digerenti differisce spesso molto da quello della organizzazione intiera, e non si accorda minimamente coi sistemi dei zoologi. Non è cosa rara trovare certe forme superiori in animali collocati assai al basso, e viceversa; questi organi differiscono molto negli animali vicinissimi, mentre che rassomigliansi in animali distantissimi gli uni dagli altri. La esposizione delle forme proprie alle diverse classi od ai differenti ordini del regno animale appartiene dunque alla zoologia speciale, e la fisiologia non deve occuparsi che dei caratteri generali.

(1) *Nov. nat. acad. nat. cur.*, t. XVI, suppl. p. 159.

(2) *Schweigger, Handbuch* p. 357.

(3) *Rudolfi, Entozoorum historia*, t. I, p. 250.

(4) *Meklis, Observationes anatomicae de distomate*. Goettinga, 1825.

ARTICOLO I.

Condizioni esterne della digestione.

I. ORGANIZZAZIONE DELL' APPARATO DIGERENTE.

A. *Sostanza dell' organo della digestione.*

§. 918. Varia moltissimo la sostanza dell' apparato che compie la digestione.

1.° Al più infimo grado, essa non è per anco separata dalla massa del corpo, di cui rappresenta soltanto la faccia interna, la quale, d' altronde, come qualunque altra superficie, presenta un poco più di densità del resto, e sembra liscia sotto il dito, senza che si possa tuttavia isolarla in uno strato distinto. Ecco quanto avviene nelle cercarie, nelle spugne, nei vermi cistici, nella maggior parte dei polipi ed in alcune meduse. Questi animali si rassomigliano a semplici sacchi digerenti, e quando le cavità sono strette, in proporzione alla loro lunghezza, esse figurano altrettante gronde incurvate nella massa del corpo.

2.° Nella maggior parte degli infusorii, delle meduse e degli entozoari, come in alcuni polipi, negli echinodermi, nei molluschi, negli animali articolati e nei vertebrati, la parete della cavità digerente consiste in certa membrana particolare, la quale fa antagonismo alla pelle; atteso che essa s' impossessa della materia che abbraccia e racchiude, l' assoggetta alla sua potenza superiore, e diventa il punto di origine del sangue, mentre che la pelle, circondata dal mondo esterno, è soltanto toccata dalle materie, colle quali essa entra soltanto in un conflitto dinamico e meccanico. Fra le due membrane rimané un vuoto in cui non si trovano, dapprima, come organi intermedi, altro che le ovaie, per esempio, nel maggior numero degli infusorii, alcuni polipi, varie meduse ed entozoari, ma che negli animali di una organizzazione più avanzata, rinchiude organi incaricati, gli uni di portare al massimo grado di sviluppo ciò di cui le due superficie si sono impadronite (ematosi, nutrizione, sensazione), gli altri, di operare la fenomenalizzazione dell' interno alle due superficie (secrezione, movimento). Negli animali vertebrati, la parete della cavità digerente acquista uno sviluppo superiore a quello di una membrana mucosa corrispondente alla pelle; si può dividerla in tonaca cellulosa (§§. 785, 2.°; 790, 1.°), analoga al derma propriamente detto (§. 791, 5.°), sebbene

infinitamente più lasca e più permeabile, ed in una tonaca villosa, o membrana mucosa nell' accettazione ristretta del vocabolo (§§. 685, 3.^o; 790, 1.^o), la quale, per essere una efflorescenza dei vasi corrisponde al corpo papillare della pelle (§. 791, 6.^o), ma alla quale l' afflusso di maggior quantità di sostanza fa prendere le sembianze di vera membrana ricchissima di vasi.

B. Forma dell' organo della digestione.

§. 919. Dobbiamo esaminare la forma dell' organo digerente sotto il dupplice aspetto della quantità e della qualità.

1. FORMA DELL' ORGANO DIGERENTE RAPPORTO ALLA QUANTITÀ.

Per ciò che concerne la quantità proporzionale delle parti omologhe:

I. Troviamo dapprima una differenza di numero.

1.^o Alcune cavità digerenti, moltiplici in tutta la loro estensione, si scorgono nelle spugne, ove i numerosi orificii esterni si prolungano in canali ramificati ed anastomizzati, i quali penetrano attraverso il tessuto del corpo intiero; nelle tenie, ove i canali partendo dai quattro succhiatoj si riuniscono in due condotti che attraversano il corpo parallelamente l' uno all' altro e si uniscono insieme, al margine di ogni anello, mediante rami trasversali; in molti vermi trematodi ed acantocefali, ove i succhiatoj terminano egualmente in due canali, i quali camminano sui lati del corpo, ma ramificandosi; finalmente, forse, in alcune meduse, per esempio, le *eudora*.

2.^o Il principio ed il termine sono moltiplici in molti acaleffi discorfori, per esempio, nei rizostomi, ove i canali che recansi dai succhiatoj alle braccia di ciò che dicesi il peduncolo, si riuniscono poco a poco, e finiscono col mettere foce in una cavità digerente centrale, la quale invia essa pure moltissimi condotti verso la periferia del disco.

3.^o Il solo principio è multiplo nei vermi cistici, ove i canali partendo dai diversi succhiatoj si aprono in una cavità digerente comune; in alcuni vermi cestoidi e trematodi, i cui canali di succhiamento si riuniscono in un solo tronco; finalmente in molti acaleffi tubulosi ed in alcuni animali articolati, come i sifostomi, ove i due esofaghi terminano in un intestino unico (1), i cimici, di cui i succhiatoj conducono ad un esofago,

(1) Meckel, *System der vergleichenden Anatomie*, t. IV, p. 67.

ed i *phalangium*, ove due aperture s'imboccano in una cavità buccale unica (1).

4.° Un organo digerente multiplo parte da un orificio semplice nelle monadi, od infusorii poligastrici propriamente detti (2), alla cavità buccale dei quali succedono effettivamente numerosi canali, i quali terminano con gonfiamenti, ed in alcune cercarie, ove scopresi, dopo il succhiatojo, un condotto biforcuto, che attraversa il corpo intiero (3).

5.° Un organo digerente semplice vedesi già in molti infusorii, in alcuni vermi cistici, trematodi ed acantocefali, in certe meduse, in quasi tutti gli animali articolati, finalmente nei polipi, negli echinodermi, nei molluschi e negli animali vertebrati.

II. La lunghezza dell' organo digerente in proporzione a quella del corpo intiero, ed in particolare del tronco, contribuisce, colla situazione di quest' organo, a determinare il complesso di sua forma.

1.° Allorquando non è desso più lungo della cavità del tronco, ha una direzione retta; ecco quanto osservasi negli infusorii poligastrici e rotatorii, negli acaleffi etenofori e sifonofori, nella maggior parte dei polipi, negli anelidi, negli aracnidi e nei crostacei, nei lepidotteri fra gli insetti, nei bifori tra i molluschi, finalmente molti pesci, come *cobitis*, *syngnathus*, *fistularia* e simili. Nelle tre prime classi del regno animale, l' organo digerente non è perfettamente teso che durante i primi periodi della vita embrionaria.

2.° Allorquando quest' organo possiede alquanto maggior lunghezza, descrive una curvatura, per esempio, nelle flustre, fra i polipi, e nelle comatule tra gli echinodermi; oppure tiene una forma circolare, come nelle vorticelle, tra gli infusorii; ovvero si piega ad angolo più o men retto, discendendo dapprima dalla bocca, poi ritornando sopra sè stesso, come nelle comatule.

3.° Molte di queste inflessioni angolose dipendono da una più considerabile lunghezza, e variano, in una sola e medesima classe, non unicamente sotto l' aspetto del numero, giacchè se ne contano soltanto due nelle oloturie, e dieci negli echini, ma inoltre sotto quello della direzione, piegandosi l' intestino del siponcle alternativamente dall' innanzi all' indietro e dall' indietro al dinanzi, nella direzione della lunghezza, mentre le

(1) *Ivi*, p. 145.

(2) Ehrenberg e Mandl, *Trattato pratico del microscopio e degli animali infusorii*. Parigi, 1839, in 8.° p. 436.

(3) Schweigger, *Handbuch der Naturgeschichte*, p. 245.

inflessioni di quello delle sabelle sono dirette trasversalmente a destra ed a sinistra. Fra gli animali vertebrati, i pesci sono quelli principalmente nei quali si rinviene questa forma.

4.° Alcune inflessioni circolari si scorgono in molti molluschi e nel maggior numero degli insetti. Nei pesci, esse sono ora concentriche e disposte alla maniera di disco (*salmo rhombeus*), ora collocate a forma di elice (*polypterus*), od in massa informe (*cyclopterus lumpus*). Le circonvoluzioni aggomitolate dominano negli uccelli e nei mammiferi.

5.° Sebbene in generale la lunghezza dell'organo digerente aumenta secondo che si ascende nella serie animale, pure molte eccezioni protestano contro questa regola per distruggerla quasi intieramente. Prendendo per unità la lunghezza del corpo, quella del canal intestinale è di :

6	in alcuni anellidi (<i>thalassema</i>)
5	pesci (<i>chromis</i>)
4	uccelli (<i>mormon fratercula</i>)
3	nella civetta.

Generalmente parlando, è dessa più considerabile negli erbivori; ma non è che di :

8	nei solipedi, mentre risulta di
12	nei cetacei carnivori; varia, nei ruminanti, tra
11	cervo e
22	bue, nei rosichianti, tra
5	ondatra e
17	aguti. Ascende a
3	nel loride
6	nell' uomo
8	nei babbuini.

2. FORMA DELL'ORGANO DIGERENTE RIGUARDO ALLA QUALITÀ.

§. 920. Devesi intendere per qualità dell'organo digerente la maniera con cui esso è conformato nei differenti punti di sua estensione. Il principio del suo sviluppo consiste nell'essere primieramente la forma ovunque eguale, e poscia diversificare. che le parti dissimili le quali si succedono passano dall'una all'altra mediante gradazioni insensibili agli scalini inferiori della serie animale, mentre nei gradi superiori alcuni limiti

più esatti si manifestano tra di esse, che finalmente, secondo che si ascende, il numero delle parti similari scema ed aumenta quello delle parti dissimilari.

Le differenze di qualità cadono o sopra la lunghezza o sopra la larghezza dell'organo digerente.

a. *Differenze di qualità relative alla lunghezza.*

Considerando l'organo digerente sotto quest'aspetto bisogna riporre in prima linea :

I. Le differenze presentate dall'orificio.

1.° In alcuni animali inferiori, l'organo digerente rappresenta un canale, il quale termina in fondo di sacco nell'interno, e che esternamente ha una sola apertura, o ne mostra più, ma simili tra esse. Tale apertura serve tanto alla eiezione che alla ingestione, ed è per abuso che le si dà il nome di bocca. Gli insetti allo stato di larva e tutti gli animali superiori, durante i primi periodi della vita embrionaria, presentano una disposizione analoga sotto l'aspetto della conformazione, ma differente riguardo a quello degli usi, essendo la bocca l'orificio unico del canale digerente, ma non servendo alla eiezione del residuo degli alimenti. Questa forma, persistente per tutta la vita, appartiene alle monadi, ai vermi cistici, ai vermi cestoidi, ai vermi trematodi, alle attinie, alle asterie, del pari che al maggior numero dei polipi e degli acaleffi.

2.° Negli animali il cui organo digerente simula totalmente od in parte la forma di un vaso, trovasi talvolta, indipendentemente dalla bocca, molte altre aperture. Ecco quanto avviene specialmente in alcuni vermi trematodi e meduse. Ma siccome questi animali rigettano per la bocca i resti non digeriti dei loro alimenti, siamo nel dubbio di sapere se le aperture di cui si tratta sono veri ani, o se servono soltanto a portare al di fuori alcuni liquidi separati. Neppur si sa se il canale che parte dalla cavità digestiva, si reca verso la parte posteriore del corpo e vi si apre all'esterno, in alcuni acaleffi ctenofori, i *beroe*, ad esempio, abbia per unico uso di dar passaggio all'acqua. Sembra men dubbioso che le larghe aperture dei canali digerenti anastomizzati cui rinvengonsi nelle spugne, servano alla espulsione degli escrementi. Allorquando il canale digerente attraversa il corpo intiero, e lo perfora da parte a parte, scorgesi comparire l'antagonismo di una bocca, destinata alla ingestione, la quale si riferisce maggiormente alla vita animale, in particolare al sentimento, che infine possiede connessioni più intime cogli organi sensoriali, ed un ano, consacrato alla

ejezione, il quale rendesi osservabile specialmente per la facoltà motile di cui è provveduto, ed in vicinanza del quale trovansi altri organi aventi rapporto colla ejezione, col movimento o col meccanismo. Ma quest' ano incomincia dall' aprirsi a lato della bocca, in una fossetta comune, nelle vorticelle, o nella cavità ad un tempo buccale e respiratoria, nei biferi (§. 966, 1.^o). Tal forma risultante dalla inflessione circolare che descrive il canale digerente, questo tiene analoga disposizione quando l' ano è situato sotto la bocca (flustre), al collo (la maggior parte dei gasteropodi ed alcuni anelidi, i siponcli, ad esempio), alla faccia inferiore, che occupa egualmente la bocca (paramecie), alla faccia posteriore, essendo la bocca collocata al disotto (borsarie), alla faccia inferiore, trovandosi la bocca al dinanzi (pleuronetti ed altri pesci ove la coda, continuazione della colonna vertebrale, non lascia alla cavità del tronco lo spazio necessario per estendersi all' indietro). L' antagonismo si manifesta al massimo grado, particolarmente negli animali a corpo ciliudrico, allorquando l' ano è collocato alla estremità posteriore di questo corpo e la bocca alla sua estremità anteriore, come in alcuni infusorii (rotatori), certi polipi (tubularie), diversi acefali (pirosomi), i nematoidi, la maggior parte degli anelidi, degli articolati propriamente detti, dei pesci, dei rettili, e senza eccezione tutti gli animali vertebrati delle due classi superiori. Prova poi quanto poco legame essenziale siavi tra il modo di situazione ed il resto della organizzazione, l'esempio degli echini, la cui bocca occupa il mezzo della faccia inferiore, mentre l' ano è situato in sua vicinanza nelle *scutella*, al margine negli *spatangus*, e nel mezzo della faccia superiore negli *echinus*.

II. L' organo digerente si divide in segmenti, proveniente da ciò che, sopra certi punti di sua lunghezza, esso comporta un cambiamento notevole di diametro, e forma alcune dilatazioni nelle quali gli alimenti inghiottiti possono raccogliersi e soggiornare più o men lungamente. Siffatta separazione diviene più compiuta allorquando un restringimento in forma di valvola esiste tra la parte larga e la parte ristretta, se il tessuto acquista un altro carattere, qualora il segmento serva di affluente ad organi secretorii diversi, se sia desso chiamato ad esercitare un ufficio particolare nella digestione, finalmente qualora cambia la direzione e le due parti si congiungono sotto un angolo qualunque. Ma questi differenti caratteri non si trovano riuniti che negli scalini superiori della serie animale; altrove sono essi talmente isolati, negli animali invertebrati specialmente, che qui cadrebbe in grande errore ove si volesse, pigliando per base l' analogia, stabilire le divisioni classiche secondo gli stessi principii che negli animali vertebrati; giacchè oltre il carattere equivoco del diametro e la rarità

delle valvole, la inserzione stessa degli organi secretori e la specialità delle funzioni non sono connesse ad una parte determinata; così, ad esempio, il fegato s'imbocca con lo stomaco nella maggior parte dei gasteropodi, coll' intestino in taluni, ed eziandio coll' esofago in altri. Negli insetti, il chilo si forma già nella dilatazione cilindrica del canale digerente cui siamo forzati riconoscere per lo stomaco, atteso che se si volesse paragonarla al duodeno, certi animali di questa classe sarebbero totalmente sprovveduti di stomaco. E sebbene, generalmente parlando, le dilatazioni e coartazioni (§. 922) che non sono collocate sopra la lunghezza del canale digerente, ma che ne partono lateralmente e non appartengono quindi alla carriera che gli alimenti devono di tutta necessità percorrere, non abbiansi a considerare, che quali appendici, accade loro però talvolta di ravvicinarsi ai segmenti dello stesso canale, e di confondersi con essi, per guisa da durare fatica a stabilire il limite tra le une e gli altri.

1.º Il canale digerente non presenta segmenti distinti negli animali senza ano. Rappresenta desso, ora un sacco, come nella maggior parte dei polipi, sebbene in taluni di questi esseri, le pennatule, ad esempio, il suo principio ristretto rappresenti una specie di esofago; ora un vaso, come nei vermi cestoidi, in taluno dei quali vi si scorge, ad ogni articolo, alcune dilatazioni, le quali possono essere riguardate come rudimenti di stomachi moltiplici. Negli animali senza vertebre provveduti di ano, l'organo digerente è spesso un canale uniforme. Ecco quanto accade, tra gli infusorii, nelle vorticelle ed altri, cui ripongonsi fra i poligastrici (§. 919, 4.º), atteso le numerose appendici (922, I), tra gli echinodermi negli *echinus*, tra gli acefali nei bifori, tra i brachiopodi nelle lingule, tra i nematoidi nelle filarie, tra gli annelidi nelle nereidi, tra gli aracnidi negli scorpioni, tra i crostacei negli asellucci. Nella serie degli animali vertebrati, questa uniformità si ritrova eziandio in molti pesci, per esempio, i cobiti. Essa è quasi generale negli ofidiani.

2.º L' organo digestivo si divide dapprima in un canale, il quale è succhiatoio od esofago, secondo la consistenza del nutrimento, ed in un fondo di sacco, semplice o vescicoloso, chiamato stomaco, in cui compiesi la digestione. Tale è il caso dei vermi cistici, in cui i succhiatoi si aprono nella cavità del corpo che deve essere considerata come stomaco; di alcune monadi, in cui gli esofaghi che nascono dalla cavità buccale terminano in altrettanti sacchi o stomachi; di varie attinie e delle asterie, in cui lo stomaco, a forma di sacco, non riceve che un solo e corto esofago; finalmente della maggior parte degli acaleffi, nei quali lo stomaco è il termine ora di molti succhiatoi ed ora di un solo esofago.

3.° Quando esiste un ano, trovasi un intestino di più. Lo stomaco, vale dire la dilatazione che rendesi osservabile per la sua ampiezza ed in cui gli elementi perdono più o meno del loro carattere particolare, separa l'organo digerente in due porzioni cilindriche; l'esofago, rivolto verso la bocca, cui gli alimenti attraversano con rapidità, ed il di cui aspetto non comportò mutamento essenziale; l'intestino, rivolto verso l'ano, in cui termina, e nel quale compiesi la trasformazione degli alimenti. Quando questo conserva lo stesso diametro in tutta la sua lunghezza, tal forma comparisce la più pura possibile, per esempio, in alcuni infusorii rotatorii, nelle olturie, negli ascaridi, nei lombrici, nella maggior parte dei molluschi e crostacei, diversi insetti, finalmente molti pesci (*silurus*), la sirena fra i batraci, l'*emys* fra i cheloniani, i cetacei carnivori, quasi tutti i cheirotteri, gli armadilli ed i tardigradi tra i mammiferi.

4.° Finalmente, ad un grado ancora più elevato, lo stesso intestino si divide in modo che essendo pure lo stomaco separato da limiti più precisi, l'organo digerente trovasi diviso in tre segmenti. Pigliando i mutamenti di diametro per principio di divisione, ogni segmento incomincia da una dilazione; il primo comprende la cavità buccale e l'esofago, il secondo lo stomaco e l'intestino tenue, il terzo il cieco e l'intestino crasso. Tuttavia la differenza di capacità risulta meno caratteristica nella separazione mediante valvole. Partendo da questa ultima considerazione, ammetteremo, con Rathke, tre segmenti; l'intestino buccale, il quale abbraccia lo stomaco, e si estende dalle labbra fin alla valvola pilorica; l'intestino mediano, compreso tra le valvole pilorica ed ileo-cecale; l'intestino anale, steso da quest'ultima fin all'ano. È la digestione preparata gradatamente nell'intestino buccale, giacchè lo stomaco non ha altra funzione; compiesi dessa, propriamente parlando, nell'intestino mediano; termina nell'intestino anale. L'intestino buccale, in tutta la sua estensione, è quello che riceve maggior copia di nervi, in particolare cerebrali, sicchè trovasi strettamente legato colla vita generale, ed in particolare col lato animale di questa vita; l'intestino mediano non ha che nervi simpatici, ma è desso il più ricco in vasi sanguigni, ed in esso la vita vegetativa si dispiega con maggior purezza; nell'intestino anale, questo stato di cose diminuisce poco a poco, finchè, verso la sua estremità, esso riceve nervi dalla porzione terminale del cordone rachidico, e diventa la sede di una forza motrice predominante, per operare la eiezione. Nel principio di ogni segmento trovasi annesso un organo secretorio; l'intestino buccale ha le glandole salivali, l'intestino medio, il pancreas e l'intestino anale l'appendice vermiforme. Inoltre, si unisce a ciascun di essi un organo

avente intimi rapporti coll'insieme della ematosi, al primo l'apparato respiratorio, al secondo il fegato, di cui la escrezione concorre altresì alla digestione, al terzo l'apparato genito-orinario. Nell'uomo, la proporzione è tale all'incirca che pigliando per unità la lunghezza all'intestino buccale, quella dell'intestino mediano è 8, e quella dell'intestino anale 2.

Negli animali poco elevati nella scala, lo stomaco non è che un punto dilatato del canale digerente; tiene inoltre la forma cilindrica nel maggior numero dei pesci, ove non differisce dall'esofago che per la natura del suo tessuto; tuttavia acquista già, in alcuni di essi, certa dilatazione laterale, o ciò che dicesi fondo di sacco. Generalmente parlando, i suoi limiti sono meglio segnati, dal lato dell'esofago, negli uccelli e nei mammiferi, sicchè forma con questo canale un angolo sempre maggiore.

La porzione terminale dell'intestino è già dilatata in alcuni anelidi ed aracnidi, ma specialmente nel maggior numero degli insetti per maniera da poterlisi distinguere dall'intestino mediano. Siffatta porzione risulta ordinariamente brevissima negli insetti, talvolta separata dall'intestino mediano per uno strangolamento, o legata con esso mediante un intestino più lungo e di mediocre ampiezza, il colon. Nel maggior numero dei pesci, i limiti dell'intestino anale non sono indicati che per la dilatazione.

La lunghezza proporzionale dei due segmenti dell'intestino varia troppo perchè vi si possa connettere certa importanza. Per tal guisa nel casuario il crasso intestino è una volta più corto dell'intestino tenue, mentre riesce desso più lungo di quest'ultimo nello struzzo; è cinque volte più corto nel bue, e possiede all'incirca la stessa lunghezza nel cammello, dodici volte più corto nell'ippopotamo, e quasi altrettanto lungo nel daman, e va discorrendo.

III. Bisogna inoltre parlare della moltiplicazione dello stomaco. Qui devesi stabilire una distinzione fra la pluralità di stomaci che si succedono nella direzione della lunghezza, e la divisione di uno stomaco unico in molte camere. Alcune vestigie di stomaci molteplici si trovano in varii infusorii, ove il canale digerente è alternativamente dilatato e ristretto, per esempio, nello *stentor*, ed in alcuni anelidi (sanguisughe), ove la porzione dilatata è divisa dagli strangolamenti in molte cellule collocate in seguito le une delle altre. Negli acaleffi discofori, all'opposto, la cavità stomacale comune si divide in differenti camere. Sonvi alcuni animali nei quali ad uno stomaco provveduto di pareti sottili e somministrante abbondante secrezione, ne succede un altro muscoloso, la cui superficie è fornita di epitellio calloso o di protuberanze in forma di denti. Ecco quanto osservasi in molti gasteropodi, nelle aplisie, verbigrazia, ove il secondo stomaco,

armato di denti, si divide esso stesso in due porzioni, una muscolosa, l'altra a pareti sottili; in alcuni anelidi, come le anfitriti, negli uccelli, eccettuati i rapaci, e specialmente in quelli di questi ultimi animali che vivono di grani. In altri animali, all'opposto, uno stomaco muscoloso ed in parte armato è seguito da altro in cui predominano la membrana mucosa e la sua secrezione. Tale è il caso, fra i molluschi, dei cefalopodi; fra gli insetti, degli ortotteri, dei neurotteri e dei coleotteri carnivori, i quali vivono di alimenti duri; tra i mammiferi, dei cetacei carnivori e dei ruminanti, in cui lo stomaco, munito di grosso strato muscoloso e di un epitelio fortissimo, si suddivide alla sua volta. Infatti, nei ruminanti, il primo stomaco si divide in tre compartimenti, i quali comunicano tutti coll'esofago; il rumine, fornito soltanto di papille; il reticolo, la cui superficie presenta piccole doppiature formanti col loro incrocicchiamento maglie poligone; ed il foglietto le cui piegature più larghe sono tra loro parallele; quest'ultimo conduce al secondo stomaco propriamente detto, al quaglio, la cui membrana mucosa è scevra da doppiature. Finalmente l'antagonismo delle porzioni buccale e pilorica si mostra inoltre in un lieve strangolamento situato fra queste due porzioni, come in certi rosicchianti, o nella differenza dell'epitelio che, nel cavallo, è forte e grosso nella prima, sottile e molle nella seconda. Tuttavia la porzione pilorica è d'ordinario assai più muscolosa, nella guisa stessa che essa riceve più vasi e che somministra più abbondante secrezione.

b. Differenze di qualità relative alla larghezza.

§. 921. Le differenze di qualità, nell'organo digerente, che si riferiscono alla dimensione della larghezza, consistono nel fornirsi la parete, liscia negli animali collocati negli ordini inferiori, all'interno od all'esterno, di prominenze, le quali oltrepassano la superficie.

aa. PROMINENZE INTERNE.

Le prominenze interne producono due risultati; dapprima, aumentano la estensione della superficie che separa, digerisce ed assorbe, esse la fanno nuotare nella massa degli alimenti ingeriti, e la pongono a contatto più intimo con essa; dappoi, stabiliscono certa limitazione e regolano il passaggio degli alimenti.

1.° Le villosità (§§. 785, 6.°; 790, 3.°) non esistono negli animali senza vertebre. Sono rare e piccole nei pesci e nei rettili, più numerose e

più grandi negli uccelli e massime nei mammiferi. Nell'uomo, se ne annoverano all'incirca 4000 sopra un pollice quadrato dell'intestino tenue. Le loro forme sono differentissime, e sebbene siavene una principale, la quale domina in ogni specie di animale, altre tuttavia si rinvencono ordinariamente con essa; così pure, se ne trovano di frequente sopra alcuni punti del canale digerente, i quali non ne presentano veruna traccia negli animali vicini.

2.^o Alcune doppiature si rinvencono già in certi acaleffi, attinie, molluschi, nematoidi, anellidi ed insetti. Per la maggior parte paralleli alla lunghezza del canale nei pesci, ed in parte eziandio nei rettili, si dirigono talvolta obbliquamente, in maniera da formare una specie di reticella, e tengono eziandio in certi casi la disposizione a spirale. Nei mammiferi, nell'uomo specialmente, esse sono longitudinali nell'esofago, rare ed irregolari nello stomaco, trasversali, parallele e numerose nell'intestino mediano, più rare e più piccole nell'intestino anale. La maggior parte provengono dal non avere il tubo formato dalla tonaca mucosa lo stesso diametro di quello della membrana mucosa; se desso è più corto, hanno piegature trasversali, se risulti più stretto, le piegature si appalesano nella direzione della lunghezza. Ma talune sono semplici escrescenze della membrana mucosa, che protuberano alla maniera di fettucce. Alcune tra esse, specialmente le trasversali, si compongono di due strati della membrana mucosa; altre non comprendono che lo strato vascolare, o ciò che dicesi la membrana villosa. La tonaca muscolosa dell'esofago e dello stomaco è altresì più contratta nello stato di riposo di quanto lo comporta la estensione della sua superficie; da ciò risultano doppiature della membrana mucosa, le quali spariscono quando l'organo viene disteso dagli alimenti.

3.^o Formasi una valvola quando una doppiatura della membrana mucosa contiene fibre carnose circolari. Le più sparse di tutte le valvole, nel regno animale, sono i labbri mobili che forniscono la entrata, e la valvola collocata alla uscita, la quale rappresenta d'ordinario soltanto un restringimento anellare. Le valvole interne fanno una protuberanza più o men obbliqua nel canale digerente, sicchè determinano la direzione del movimento delle sostanze alimentari, e non si riscontrano che negli animali delle classi superiori. Il velo del palato non è compiutamente sviluppato che nella specie umana. Nelle scimie, non avvi che una piccola uvola, di cui non se ne rinvencono eziandio traccie nei lemure e negli altri mammiferi. Manca desso intieramente negli uccelli, a meno che non vogliasi riguardarne qual rudimento le elevazioni immobili che scorgonsi

nell' orificio posteriore delle narici. La doppiatura stretta che esiste, in molti pesci, fra le cavità buccale e faringea, e la doppiatura alquanto più larga che trovasi nello stesso sito nel coccodrillo, ne sono altrettanti vestigi. La valvola pilorica non acquista neppure il suo pieno ed intiero sviluppo che nei mammiferi. La valvola ileo-cecale è indicata in alcuni insetti; non la si riscontra che in pochi pesci; ne mancano il maggior numero dei rettili, ed essa manca altresì in certi mammiferi, specialmente carnivori.

bb. PROTUBERANZE ESTERNE.

§. 922. Nei polipi, ove il canale digerente non ha pareti distinte dalla massa del corpo (§. 918, 1.^o), la formazione delle prominenze esterne costituisce una forma della generazione. Siccome l'animale intiero non è altro che un canale digerente individuale, ogni volta che questo canale esce dai suoi limiti, ne nasce da ciò un nuovo individuo, mentre che, quando la digestione acquistò un organo speciale, tutto ciò che ne risulta è la comparsa di una prominenza alla superficie esterna. Queste prominenze della parete digestiva si rinvencono quasi ovunque. Ora esse servono di serbatoio al nutrimento, cui disviano dal suo retto cammino, e rattengono per qualche tempo, massime allorquando il loro fondo possiede cert' ampiezza. Ora la loro azione non si limita ad adempiere un ufficio puramente meccanico, ed esercitano altresì una potenza trasformatrice, contribuendo così ad ingrandire la superficie che opera la digestione. Talvolta, quando esse sono troppo strette per ammettere gli alimenti nel loro interno, versano nella cavità digestiva un liquido analogo a quello che producono le altre parti dell'organo, di cui aumentano così la superficie separante, oppure generano un liquido speciale, e costituiscono allora un organo secretore accessorio. Finalmente allorquando esse estendonsi molto da lungi, in proporzione, nell'interno del corpo, possono condurre il prodotto della digestione alle diverse parti che abbisognano di nutrirsi.

I. Sembrano desse adempiere molte di queste destinazioni ad un tempo negli animali inferiori.

1.^o Ecco probabilmente quanto accade allorquando una certa lunghezza, ed un certo numero di queste prominenze hanno un diametro eguale a quello dello stesso canale digerente. In molti vermi trematodi ed acantocefali, come nelle planarie, questo canale, che tiene la forma di un vaso, invia in parecchie direzioni alcuni rami, i quali possono, non solo ricevere il nutrimento liquido, ma eziandio condurre il succo plastico ottenuto mediante la digestione. Nelle vorticelle ed altri infusorii poligastrici,

il canale digerente è un sacco fornito, in tutta la sua lunghezza, di ciechi conici, il cui numero oltrepassa i cento nelle paramécie. Nelle attinie, lo stomaco è fornito di infiniti ciechi. Dallo stomaco delle asterie partono, verso l'alto, molti ciechi brevi, e lateralmente cinque paia di canali, ognuno dei quali si gonfia, in ogni raggio, in due sacchi, divisi essi stessi in infiniti altri piccoli sacchi impiantati sui lati. In molti acaleffi, lo stomaco, è munito d' infiniti ciechi (*physalia*) o degenera in larghi sacchi (*pelagia*). Presenta altresì alcune appendici vescicolose in varie ascidie composte; invia lateralmente, in molti anellidi, infiniti ciechi, i quali, nella afrodite, verbigrazia, sono ramosi e gonfi alla loro estremità; finalmente presenta un gran numero di corte appendici terminate a fondo di sacco in parecchi insetti, fra gli altri i coleotteri carnivori.

2.° Esiste un' altra forma, consistente in canali stretti partenti da un' ampia cavità digestiva. In molti polipi, come le sertularie, il succo digerente si sparge, dal luogo in cui venne formato, in uno o più condotti, i quali si dispargono attraverso tutti i rami del polipaio, e sembrano trasmetter loro il prodotto della digestione. In moltissimi acaleffi, partono dallo stomaco molti canali diretti per ogni verso, i quali ora non si dividono (*tinea*), ora si ramificano (*medusa*), formano un anello anastomizzandosi insieme nella periferia del disco, si prolungano comunemente eziandio al di là di questo punto, nei tentacoli, e sembrano avere la triplice destinazione di dispergere il prodotto della digestione a profitto della nutrizione, di rendere, riempiendosi, i tentacoli atti a raddrizzarsi ed estendersi, e di separare l' umor acre che facevasi vedere in questo sito.

3.° Niuna cosa però ne autorizza a concludere dalla forma devoluta a queste appendici che esse adempiano questa od altra funzione determinata. Lo prova la loro diversità in animali d'altronde vicinissimi gli uni agli altri. Mentre che, nella maggior parte dei vermi trematodi, le ramificazioni sembrano condurre il succo plastico alle diverse parti del corpo, il canale digerente di alcuni distomi non si divide che in due rami paralleli, senza ramificazione ulteriore, e mentre che, nella *aequorea*, stretti canali partono dallo stomaco, alcuni acaleffi vicini, per esempio, l' *aegina*, hanno il loro stomaco fornito di prolungamenti in forma di sacchi, che si estendono fin al margine del disco. Colà, per conseguenza, il succo plastico può raggiungere le differenti parti del corpo senza abbisognare che canali speciali lo ravvicinino ad esse, e qui una dilatazione digestiva, in forma di sacco, può condurlo tanto bene quanto uno stretto canale. D'altra parte, la ramescenza del canale digerente non sembra essere necessaria, nelle planarie, per operare questo conducimento, dappoichè esistono a tale effetto

vasi sanguigni. Nei rizostomi, ogni canale del peduncolo, che incomincia con pertugio aperto, riceve inoltre molti rami laterali durante il suo tragitto, e si domanda se questi rami assorbano egualmente, o se conducono un liquido separato nel loro interno. Siamo tentati considerare le appendici degli organi digestivi come organi secretorii, e di scorgere in essi, giusta la situazione del loro orificio, gli analoghi di questi o quegli organi appartenenti agli animali superiori, senza che il loro contenuto giustifichi siffatto ravvicinamento. Quindi, i ciechi dello stomaco di molti insetti sono riguardati come corrispondenti al pancreas, ma essi ammettono altresì il chimo nel loro interno. D'altronde, sebbene debbasi presumere che osservazioni praticate con maggior diligenza e precisione rettificheranno tuttavia, sopra varii punti, le nostre idee in tale proposito, evvi per lo meno una cosa certissima, cioè che qui le diverse funzioni non sono separate le une dalle altre mediante limiti cotanto esattamente fissati come negli animali superiori.

II. Gli animali superiori possiedono, nel principio del loro organo digerente, certe prominenze esterne, le quali servono soltanto a porre in serbo degli alimenti.

1.° Le scimmie a sacco sub-mascellare e molte altre scimmie e rosichianti sono destinate ad alloggiare gli alimenti di cui gli animali s'impossessano, finchè abbiano il tempo di masticarli. Muscoli cutanei speciali servono a vuotarli.

2.° Devesi inoltre qui riferire il sacco gutturale impari di qualche uccello, in particolare del pellicano, il quale pende sotto della mascella inferiore, acquista considerabile distendimento quando l'animale vi accumula cibi, e si vuota mediante un muscolo speciale, assistito dal concorso di un tessuto elastico situato alla sua faccia esterna.

III. Sonvi alcune prominenze esterne, le quali servono alla digestione.

1.° Tali si mostrano quelle che preparano i cibi ad essere digeriti, e che risiedono nell'esofago. Il gozzo, proprio al maggior numero degli uccelli e principalmente sviluppato nei granivori, trovasi situato nella parte inferiore del collo, e separa un liquido proprio a rammollire le sostanze alimentari, che se ne impregnano. Nei rapaci diurni, forma esso piuttosto una dilatazione dello esofago che un vero sacco. Lo stesso passaggio da una forma all'altra si osserva negli animali senza vertebre, per esempio, nei cefalopodi e molti insetti, in particolare fra quelli che vivono di alimenti duri, in cui il gozzo separa un umore acre, e presenta altresì talvolta alcune specie di denti.

2.° Un cieco collocato nel principio dell'intestino anale non esiste, fra gli animali senza vertebre, altro che in un piccolissimo numero d'insetti;

esso risulta raro ancora nei pesci, e non comincia a divenire più frequente che nei rettili. Nella classe degli uccelli, è già una eccezione il vederlo mancare, come accade nei rampicanti. Comunemente esso è doppio, e spesso, massime negli erbivori, ha considerabile lunghezza. Il diverticolo che presenta frequentemente l'intestino mediano differisce dal vero cieco, in quanto che gli alimenti non s'introducono d'ordinario nel loro interno, ed in quanto che desso costituisce un rimasuglio del condotto della vescichetta ombilicale. Nella classe dei mammiferi, il cieco manca nei cetacei carnivori, del pari che in alcuni cheirotteri, rosicchianti e carnivori; è desso molto voluminoso, nei ruminanti, nei solipedi e nella maggior parte dei rosicchianti, da occupare la intiera lunghezza della cavità addominale, e sorpassare lo stomaco in capacità. Lo si trova doppio in certi sdentati, rosicchianti, marsupiali e pachidermi. D'altronde, qui pure vediamo ricomparire la differenza di conformazione in animali vicini gli uni agli altri; il cieco è grandissimo in alcuni cheirotteri, mentre altri ne sono affatto privi; in certi sauriani, si mostra fornito di valvola, la quale manca in altri, e fra questi stessi animali se ne trovano alcuni, i quali non hanno cieco, sebbene possiedono una valvola ileo-colica.

IV. Il canale digerente è del numero degli organi bipolari della plasticità (§. 790, 1.º). Mentre esso trasforma la materia estranea, cui assimila e rende atta ad essere ricevuta nel sangue, respinge dalla economia ciò che resiste all'assimilazione, e fornisce al sangue un vasto centro di depurazione. Il liquido da esso separato opera in molte maniere; meccanicamente, favorendo il movimento e l'assorbimento; dinamicamente, sollecitando il canale digerente a dispiegare un'azione più viva; chimicamente, influendo sugli alimenti nell'interesse immediato della digestione; fisiologicamente per ultimo, in quanto che si compone in parte di sostanze divenute estranee all'organismo, ed alle quali l'organo digerente serve di emuntorio.

1.º Gli organi secretorii contenuti nella sostanza dello stesso apparato digerente sono i follicoli mucipari (§§. 785, 7.º; 790, 3.º), che consistono od in semplici infossamenti, od in piccole borse, oppure in piccoli tubi, i quali assumono talvolta la forma di glandole ramificandosi, e che, come scoperse Boehm (1) sopra le glandole di Peyer, presentano talvolta, invece di un'apertura centrale semplice, molti orificii situati in cerchio alla periferia. Questi organi sono ora isolati, ora riuniti in cumulo, ed in questo ultimo caso costituiscono piastre, le quali ingrossano la membrana

(1) *Diss. de glandularum intestinalium structura penitior.* Berlino, 1835.

mucosa, di cui rendono il diametro più considerabile quando ne coprono certa estensione. Le fossette mucipare larghe e semplici annunciano il predominio della escrezione, e sotto questo aspetto sono in ragione inversa delle villosità, il cui numero cresce quando la preponderanza appartiene all'assorbimento.

2.° Uno sviluppo più considerabile di queste critte dà origine agli organi secretorii, i quali non comunicano col canale digerente, se non mediante il loro orificio. La forma maggiormente semplice è quella dell'appendice vermiforme, organo proprio soltanto all'uomo ed agli animali più vicini ad esso, che senza ammettere il chimo nel suo interno, concorre alla digestione mediante la secrezione che esso versa nel cieco, attesochè, affatto simile al resto della membrana mucosa sotto l'aspetto della sua struttura, non serve che ad accrescere la estensione della superficie separante. Abbiamo già dato uno schizzo delle diverse forme sotto cui si presentano, nel regno animale, gli altri organi secretorii annessi al canale digerente (§. 804, 2.°-6.°).

V. Abbiamo altresì già parlato delle differenti maniere con cui il succo plastico prodotto dalla digestione giunge agli altri organi (§§. 661, 693).

1.° Nel più basso fra i gradi, non sonvi perciò vie particolari; il liquido trasuda attraverso le pareti dell'organo digerente, si perfeziona sempre più, e si sparge in seguito per imbevimento nel resto del tessuto indistintamente (§§. 661, 4.°; 693, I).

2.° Poi, alcuni prolungamenti vascoliformi dell'organo digestivo servono, almeno in parte, di conduttori al prodotto della digestione (§§. 661, 3.°; 693, II).

3.° Ad un grado più elevato dello sviluppo, alcuni conduttori speciali, i vasi sanguigni, si separano dall'organo digerente, e non ricevono da esso che il liquido il cui assorbimento s'impadronisce attraverso le sue pareti chiuse (§§. 661, 2.°; 693, III-VI). Mentre, negli echinodermi, nei molluschi e simili, le radici dei vasi sanguigni sono attaccate al canale digerente, non avvi, negli insetti, che il loro tronco analogo al cuore, il vaso dorsale, che sia applicato a questo canale. Il chilo è assorbito dalla massa fioccosa del tessuto cellulare compreso fra le tonache mucosa e muscolosa, che ne diviene turgesciente; vi rimane per qualche tempo, finchè la pressione della tonaca muscolosa ne lo faccia uscire e lo costringa a penetrare nella cavità del corpo. Colà esso giunge dapprima nel corpo adiposo, che circonda il canal intestinale sotto la forma di una massa di granellature e di fibre, ed ove sembra essere convertito, sotto la influenza dell'aria che vi conducono le trachee, in sangue, che il vaso dorsale

finisce coll' assorbire. Durante lo stato crisalidario, il corpo adiposo svanisce poco a poco, il chilo che contiene essendo adoprato allo sviluppo ulteriore dei differenti organi, in maniera immediata per la massima parte, e senza preventivamente essere convertito in sangue. Ignorasi se il chilo è condotto al corpo adiposo dalle protuberanze esterne del canale digerente, o se queste prominenze sono analoghe al fegato, e versano per conseguenza in questo canale un liquido della cui secrezione sarebbero incaricate.

4.^o Finalmente, negli animali vertebrati, i linfatici, destinati ad una direzione puramente centripeta ed all' assorbimento, si separano dai vasi sanguigni, il cui contenuto descrive una rivoluzione sopra sè stesso, sicchè i tre gradi del prodotto della digestione, il chimo, il chilo ed il sangue, sono contenuti in altrettanti canali diversi, ed il canale digestivo merita ben realmente il nome di prime vie (§. 661, 1.^o).

II. MOVIMENTI DELL' APPARATO DIGESTIVO.

A. Movimento in generale.

§. 923. Il movimento deve venire in aiuto della digestione, dapprima, per mettere gli alimenti in contatto colla superficie digerente, e rispingerne all' esterno la porzione non digerita, colle sostanze escrementizie provenienti dalle secrezioni; dappoi, per far comportare alle materie alimentari una modificazione meccanica, attenuarle, per renderle più facili a digerire, e mescolarle insieme, del pari che coi succhi digestivi; finalmente, per eccitare la attività vitale mediante l' agitazione meccanica, e favorire tanto la secrezione che l' assorbimento.

I. MUSCOLI SERVENTI ALLA DIGESTIONE.

Già negli animali maggiormente semplici, per esempio, i polipi, scorgesi, nell' organo della digestione, un movimento, il quale si riferisce alla sua funzione; che è operato colà dalla parete del corpo, e che si confonde col movimento in generale e volontario dell' animale. In tutti gli altri animali, siffatto movimento costituisce un fenomeno distinto. Nella guisa stessa che qui la faccia interna della pelle esteriore è fornita di muscoli, così pure se ne trova, per compiere i movimenti dell' organo digerente, di quelli stesi alla superficie esterna della membrana mucosa.

I. Intanto che questa membrana acquistò certa indipendenza mediante

il suo allontanamento dalla parete del corpo, possiede muscoli involontarii o plastici (§. 793, 12.° 17.°). Si riconosce già una tonaca muscolosa di questa specie, distinta dalla membrana mucosa, nelle attinie, negli echinodermi, nei molluschi, ed in tutti gli animali senza vertebre, anche nelle filarie fra gli entozoari. Questa tonaca si estende altresì, sebbene inegualmente ripartita, sopra tutta la lunghezza dell'organo digerente, e se non la si scorge mica in tutti i punti negli animali delle classi inferiori, ciò avviene certamente in ragione del poco sviluppo che essa acquistò comparativamente ai muscoli che riconoscono l'impero della volontà.

1.° Per la lunghezza naturale delle sue fibre, essa restringe, anche in istato di riposo, i punti del canale digerente che sono destinati a lasciar passare rapidamente le sostanze alimentari, e lascia, all'opposto, un'apertura più libera in quelli nei quali queste stesse sostanze devono soggiornare più alla lunga. Qui il canale è disteso fin a certo punto, dall'effetto della turgescenza, anche nello stato di riposo; giacchè, da un lato, il sangue che affluisce in maggior quantità riempie i vasi e pone i tessuti in tensione, dall'altro la più grande consistenza della sostanza delle pareti previene l'avvizzimento di queste sopra sè stesse. Non avvi sufficiente motivo per ammettere in siffatta tonaca muscolosa, come fa Piorry (1), una espansibilità vivente simile a quella di cui è dotato il cuore, tanto più che qui, in mancanza degli stimolanti, scorgesi minor attività spontanea e ritmica che nel cuore (§. 717, II). È lo stimolo della membrana mucosa e l'ampliamento del canale mediante alimenti, aria, o liquidi secretorii sparsi, che determina la tonaca muscolosa a contrarsi.

2.° Ma il movimento porta il carattere di alternazione; giacchè, dapprima esso risulta ondulatorio, come il serpeggiamento di un verme, vale dire, si propaga alle differenti parti nello stesso ordine che esse tengono riguardo al loro collocamento le une rapporto alle altre, sicchè avvengono ad un tempo alcune coartazioni e dilatazioni, certi raccorciamenti ed allungamenti. In secondo luogo, il canale digerente non è mai tutto intiero in movimento, e non vi sono mai altro che certi tratti, i quali muovonsi alternativamente.

3.° Le fibre anellari immediatamente applicate alla membrana mucosa sono d'ordinario più robuste; la loro naturale lunghezza non permette che il canale digerente si dilati al di là di certo punto; esse lo rinserrano contraendosi, e ne scacciano il contenuto verso il luogo più vicino, che gli presenta uno spazio sufficiente, atteso il riposo delle sue proprie fibre

(1) *Diz. delle sc. med.*, t. XL, p. 464.

circolari, finchè la sua presenza eccitando altresì queste ultime a contrarsi, esso sia rispinto più da lungi. Le fibre longitudinali, comunemente situate all'esterno e quasi sempre disposte a fascicoli isolati, i quali, per conseguenza, non abbracciano l'intero canale, restringono il suo allungamento mediante la loro lunghezza naturale, e lo raccorciano contraendosi, per guisa che il suo contenuto giunge più presto ad un punto lontano, od ha un cammino più breve da percorrere. Allorquando le fibre circolari ristringono un punto mediante le loro contrazioni, le fibre longitudinali delle parti adiacenti trovano in esse un punto di appoggio, ed attraggono la parte inferiore verso la superiore. Giusta tutto questo, alcuni raccorciamenti delle fibre circolari e delle fibre longitudinali si succedono alternativamente, sì nello spazio come nel tempo. Per sè stesse, le fibre longitudinale non potrebbero produrre veruna ampliazione, ma lo possono dacchè la loro azione si estende sopra un punto ristretto da fibre circolari, in particolare sopra una valvola; estendendosi al di sopra di questo punto, in guisa che tutta la loro lunghezza non si trovi più sullo stesso piano, esse attraggono le fibre circolari all'esterno, e così allargano il canale.

4.° Si riconobbe che il canal intestinale spinge il suo contenuto mediante movimenti alternativi di basso in alto e dall'insù all'ingìù, nei gradi maggiormente inferiori della scala animale, per esempio nei polipi, nei vermi trematodi (1) e simili, affatto come nei più elevati; la sua forza motrice opera adunque nella stessa maniera come quella della matrice sopra l'embrione (§. 484, 4.°), ed è, in un senso generale, una legge della vita che varii movimenti progressivi e retrogradi alternansi costantemente insieme. Il rallentamento del passaggio attraverso il canale digerente che da ciò risulta, torpa necessario acciocchè il nutrimento, posto per gran tempo ed in tutte le maniere a contatto colla parete vivente sia spogliato da quanto esso contiene di assimilabile; ma deve esso necessariamente accadere, dappoichè il restringimento di ogni segmento del canale divide il nutrimento che vi si trova in due porzioni, una delle quali è spinta al basso, e l'altra in alto (2).

5.° La direzione dall'alto al basso supera tuttavia quella del basso in alto. Questa dipende prima dalla impulsione data, poichè i diversi punti del canale digerente sono sollecitati soltanto successivamente ad entrare

(1) *Mechlis, Obs. de distomate, p. 15.*

(2) *E. Lauth, Del meccanismo con cui le materie alimentari percorrono il loro tragitto dalla bocca all'ano. Strasburgo, 1833, in 4.°*

in azione; quando un punto è ripieno di nutrimento, il segmento inferiore, che allora soltanto viene stimolato dall'arrivo della materia estranea, deve agire con più forza e spingere più oltre del segmento superiore, il quale fu posto prima di esso a contatto col nutrimento e reagì già sopra di questo. Inoltre, contribuisce a questo effetto il vuoto che effettuasi nella parte inferiore, allorquando l'intestino anale si libera dal suo contenuto, le sostanze vi trovano maggior spazio, e camminano più facilmente dall'alto al basso. Ecco quanto spiega il perchè negli ani artificiali, vale dire, quando l'intestino apresi al di fuori più insù del consueto, il movimento delle parti situate al disopra acquista troppa forza e determina troppo sollecite evacuazioni (1); l'intestino mediano scaccia facilmente il suo contenuto nell'intestino anale, il quale presenta maggiore ampiezza e men resistenza, giacchè la situazione della valvola ileo-cecale permette siffatto acceleramento, mentre che la valvola pilorica si oppone a qualunque movimento retrogrado, ma permette agli alimenti di uscire dallo stomaco, il cui orificio superiore è chiuso. Finalmente, è generale osservazione che le parti situate più in alto possiedono maggior somma di vitalità; per tal guisa la cavità buccale supera evidentemente l'esofago coi suoi muscoli soggetti alla volontà, e l'abbondanza dei vasi, quella dei nervi, la forza delle fibre circolari, sono maggiori nella porzione del canale che riceve la hile che nel resto dell'intestino mediano, siccome lo è più altresì in questo ultimo che nell'intestino anale. Che l'attività vitale di una parte qualunque dell'intestino sia esaltata dalla presenza di uno stimolante estraneo o dalla infiammazione, questa parte spinge il suo contenuto, non già verso la parte che viene immediatamente dopo, e che partecipa dello stesso stato, ma verso le superiori, ove la vitalità non è accresciuta; se sia allontanato l'ostacolo che aveva cagionato questo movimento retrogrado, il movimento dall'alto al basso ricomincia, le evacuazioni alvine ricompariscono, ed il vomito stercoraceo cessa. Ma talvolta eziandio il vomito si ferma prima che le egestioni si siano ristabilite, quando una sostanza irritante, introdotta nello stomaco, per esempio l'olio di croton, fa ricuperare alle parti superiori del canale alimentare il predominio di cui sono ordinariamente dotate, esaltando la loro attività vitale. La evacuazione alvina accade pel motivo che una quantità bastevole di nutrimento convenevole stimola l'attività vitale dello stomaco e dell'intestino tenue; intanto che il chimo esce all'esterno per una fistola stomacale, gli escrementi non

(1) G. Dupuytren, *Mem. dell'Accad. reale di medicina. Parigi, 1828, t. 1, p. 259 e seg.*

sono mica scacciati dal crasso intestino (1). La gravità possiede, in ultima analisi, un ufficio insignificante; tuttavia non manca già di ogni influenza; per tal guisa si favoraggia il soggiorno degli alimenti nello stomaco coricandosi sul lato sinistro, e quello di un clistere nel colon collocandosi sul lato destro.

6.° La forza motrice della tonaca muscolare risulta diversamente eccitabile nei differenti animali. Così, sebbene, generalmente parlando, il nutrimento attraversi un intestino corto con maggior rapidità, rimane non dimeno alla lunga in quest'organo, nei pesci, pel motivo che possiede colà soltanto un lento movimento; e mentre che, in molti insetti, il chimo ascende e discende, per gran tratto di tempo, nell'intestino mediano, altri ve ne sono nei quali quest'ultimo si vuota prestamente nell'intestino anale, sicchè non vi si rinviene mai quasi chimo. Nè variano meno le cose nei diversi segmenti dell'organo digerente. Siccome il nutrimento soggiorna certo tempo in ciascuno di essi, finchè sia spinto più oltre attraverso un punto ristretto, ammetteremo tre periodi: dalle labbra e dal velo palatino fin alla valvola pilorica, da questa fin alla valvola ileo-cecale, e da questa ultima fin allo sfintere dell'ano, locchè si accorda colla divisione stabilita precedentemente (§. 920). Torna impossibile assegnare precisamente la durata di questi periodi; tuttavia, allorquando si riflette che passa sempre certo tratto di tempo fra l'apertura di una valvola e la evacuazione compiuta del segmento situato sopra di essa, non è inverosimile, che, nell'uomo, i periodi durino all'incirca tanto l'uno che l'altro; infatti, il nutrimento giunge con prestezza nello stomaco, ma vi rimane alla lunga; ha molto cammino da fare onde percorrere l'intestino mediano, ma le fibre circolari che predominano in questo intestino, accelerano il suo corso; finalmente cammina con lentezza nell'intestino anale, che è, a dir vero, più breve, ma più largo e più tardo.

7.° Verso le due estremità del canale digerente, vale dire verso la sua periferia, ai nervi simpatici che si recano alla tonaca muscolosa, si aggiungono rami di nervi cerebrali e rachidici, e la tonaca stessa diviene più forte, massime nelle sue fibre longitudinali, sicchè l'esofago ed il retto sono più suscettibili di allargarsi e meno capaci di allungarsi. Evvi qui adunque una specie di analogia con quanto si osserva nei muscoli soggetti allo impero della volontà, coi movimenti dei quali quelli della tonaca muscolosa intiera hanno pure certo rapporto; ogni segmento dell'intestino

(1) Gerson, *Magazin*, t. X, p. 260.

inghiotte il chilo, come l'esofago inghiotte il boccone alimentare, e come la bocca inghiotte gli alimenti.

II. All'opposto i muscoli volontari, che, alle due estremità del canale digerente, laddove quest'ultimo possiede connessioni intime colla parete animale del corpo (pelle ed osso), si applicano sopra la membrana mucosa, prendono qualche cosa del carattere dei muscoli plastici. Effettivamente, soltanto alcuni tra essi si attaccano allo scheletro, sopra il quale gli altri pigliano soltanto mediatamente un punto di appoggio. Inoltre, siccome sono distesi sopra cavità, presentano la forma di muscoli plastici. Quindi, si distingue:

MUSCOLI CIRCOLARI

MUSCOLI LONGITUDINALI.

Alla bocca... Orbicolare delle labbra.	Buccinatore, ec.
Alle fauci... Faringo-palatino.	Elevatore e tensore del velo palatino.
	Azigos dell'uvola.
Glosso-palatino.	Stilo-faringeo.
Alla faringe... Costrittori della faringe.	Faringo-palatino.
All'ano... Sfintere dell'ano.	Elevatore dell'ano.
	Trasverso del perineo.

È siccome, durante la masticazione, essi portano il nutrimento fra i denti, del pari che tra la lingua ed il palato, la loro azione è analoga a quella della tonaca muscolare dell'intestino, che spinge alternativamente il chimo dal basso in alto e dall'alto al basso.

2. DISPOSIZIONI MECCANICHE.

§. 924. Certe disposizioni meccaniche erano necessarie per rendere possibili, efficaci ed inoffensivi, i movimenti richiesti dalla digestione.

I. La membrana mucosa doveva essere fornita di tessuto disteso in istrati, che servissero a proteggerla.

1.° Il delicato tessuto vascolare superficiale di tale membrana non poteva più di quello della pelle esterna trovarsi a nudo in contatto colle sostanze estranee. Quindi è fornito di un epitelio (§. 797). Siffatto epitelio risulta visibile ed analogo alla epidermide nei punti situati alla periferia, ove la forza motrice predomina, e sopra i quali le sostanze estranee esercitano un'azione principalmente meccanica, in conseguenza al principio dell'apparato digerente, dalla bocca fin allo stomaco, ove l'organismo non ha peranco fatto sparire il carattere estraneo del nutrimento, e nel retto,

ove i residui inassimilabili di questo nutrimento, riuniti ai prodotti secretorii rigettati dalla economia, formano gli escrementi, che si comportano qual corpo estraneo. Nella parte centrale, nella officina propriamente detta della digestione, ove il nutrimento comportò già un mutamento meccanico più o men considerabile, ove la reazione è delle più intime, ove l'assimilazione e l'assorbimento compionsi con maggior energia, lo strato isolante risulta più delicato. Secondo Henle (1), l'epitelio dello stomaco si compone tuttavia, come la epidermide, di piastre irregolari, ognuna delle quali presenta un piccolo bernoccolo nel suo mezzo; quello dell'intestino, invece (2), è formato di corpicelli conici, ventruti nel centro, che sono collocati perpendicolarmente, in guisa che la superficie, sulla quale le loro estremità larghe o le loro basi si rinvencono, presenta l'aspetto di un selciato. Lascieremo da parte il quesito di sapere se il gonfiamento mediano autorizzi realmente a riguardare le parti dell'epidermide e dell'epitelio come cellule contenenti noccioli; ne basti sapere che sono squame, le quali si staccano e si riproducono, se non ad ogni digestione, almeno di frequente, come Boehm scoperse che esse lo facevano, ad esempio, nel colera (3). Il fenomeno è specialmente visibile negli insetti e nei crostacei (§. 617, 1.^o), ove l'intestino sembra assoggettato a continua muta, dappoichè Prevost trovò gli escrementi del chirocefalo ordinariamente involti di sottile membrana (4).

2.^o Laddove bisogna che una forte azione meccanica si eserciti sopra gli alimenti, ed ove per conseguenza la sostanza muscolare acquistò uno sviluppo considerabile, gli strati epidermoidi pigliano forme particolari, quelle di piastre tubercolose, di fibre e di punte cornee, di lamine e di punte calcaree od ossee (§. 808). Negli animali inferiori, in cui le funzioni sono meno separate, ed ove, appunto per ciò, l'organo incaricato della digestione propriamente detta esercita ad un tempo forte azione meccanica, questi strati, divenuti vere armi, si estendono più da lungi, nella cavità digestiva, di quanto lo fanno negli animali superiori, ove n'è fornita la sola periferia.

II. Ogni volta che l'organo digerente è impari, gli organi intermedi non lo ricalcano (§. 918, 2.^o), e la sua lunghezza non lo costringe a piegarsi, occupa esso l'asse del corpo, l'asse longitudinale quando questo ha una forma cilindrica, l'asse trasversale se tiene quella di un disco o di

(1) *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium*, p. 10.

(2) *Ivi*, p. 13.

(3) *Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera*. Berlino, 1838.

(4) *Jurine, Storia dei Monocoli*, p. 209.

una sfera. Serbando il mezzo tra la vita animale e la vita puramente vegetativa, è collocato, negli animali articolati, fra il cordone ganglionare ed il cuore od il tronco comune dei vasi sanguigni, nella guisa stessa che, nei vertebrati, ove una grande varietà di formazioni sostituisce la uniformità spettante alle altre serie, una parte di sua lunghezza trovasi inoltre compresa fra la colonna vertebrale ed il cuore. Nella sua faccia esterna s'inseriscono allora alcune parti che lo mantengono nella propria situazione, permettendogli tuttavia di compiere i movimenti necessarii alla digestione.

1.° Negli scalini inferiori della serie animale, quest'ufficio è adempito da altri organi. Per tal guisa, nei nematoidi, l'apparato digerente trovasi circondato e sostenuto dagli organi della generazione, e, negli insetti, lo è dal corpo adiposo.

2.° Altrove, sono alcune parti speciali che lo fissano alla parete del corpo. In molti anellidi, è desso rinserrato, di distanza in distanza, da filamenti e da fascicoli muscolari i quali s'inseriscono nella parete del corpo, e che dividono in compartimenti lo spazio compreso tra l'uno e l'altro. Nelle attinie, produconsi in pari modo alcuni compartimenti intermedi. Nei crostacei, sonvi alcuni fascicoli muscolari, i quali si portano dallo stomaco al guscio che ricopre il loro dorso.

3.° Negli echinodermi, la fissazione della parete del corpo è effettuata da una membrana sottile e trasparente. Nelle asterie, ogni cieco s'attacca così alla faccia superiore del raggio in cui è collocato; nelle oloturie, questa membrana ha la forma di uno stretto mesenterio, il quale serve di conduttore ai vasi; negli echinidi, esiste una membrana analoga, cui dicesi essere dura e calcaree nei *cidaris*.

4.° Negli animali vertebrati, la cavità addominale è tappezzata da certa membrana sierosa, il peritoneo, le cui doppiature abbracciano diversi organi, specialmente l'intestino, sotto il nome di mesenterio, sicchè il canal intestinale non risulta soltanto attaccato alla parete del corpo, ma trovasi eziandio in connessione con altri organi. In molti pesci, non è fissato che per un tessuto cellulare abbondante, o da qualche linguetta stretta del peritoneo, oppure evvi un mesenterio, ma che non abbraccia l'intero intestino. Solo nei rettili e negli uccelli si principia a rinvenire un mesenterio più compiuto. Nei mammiferi, ove la cavità addominale è totalmente chiusa dal diaframma, il peritoneo acquista pure il suo pieno ed intero sviluppo. Forma esso un sacco senza apertura, nelle cui doppiature i visceri addominali sporgono più o meno, di maniera che essi sono tutti situati fuori del sacco ossia nella sua faccia esterna. Il mesenterio lega lo stomaco e l'intestino al resto dell'organismo, serve di conduttore ai

loro vasi, e procura loro, mediante la sua larghezza, uno spazio più vasto, permettendo al prodotto della digestione di farvi più lungo soggiorno e di perfezionarvisi maggiormente; mediante i vasi ed i nervi che esso conduce al canale digerente, colloca questo sotto la influenza della vita generale; gli somministra, col suo dispiegamento, i mezzi di occupare maggior estensione quando gli alimenti lo riempiono; gli permette, mediante la sua larghezza, di eseguire in tutta libertà i movimenti necessarii alla digestione, cui favoraggia inoltre la facilità colla quale le sue superficie sdruccevoli scorrono le une sulle altre; racchiude desso infine questo movimento entro certi limiti, cui gli interdice di oltrepassare.

B. *Movimenti in particolare.*

§. 925. I movimenti che si riferiscono alla digestione sono di tre sorta; il movimento d'ingestione (§§. 925-930), il movimento digerente propriamente detto (§§. 931, 932), ed il movimento di eiezione (§§. 933, 934).

I. MOVIMENTO D'INGESTIONE.

a. *Organi che compiono siffatto movimento.*

L'organo d'ingestione, la cavità buccale, presenta tale diversità nella sua configurazione, che siamo costretti gettare uno sguardo sopra le principali forme cui può assumere, innanzi di studiare i movimenti stessi all'adempimento dei quali esso serve.

La cavità buccale è lo spazio destinato al primo ricevimento degli alimenti. Ovunque dove l'organo digerente consiste in una sostanza speciale (§. 918, 2.^o), le pareti di questa cavità sono formate in comune dalla membrana mucosa e dalla parete del corpo. Essa non ha ampiezza che negli animali delle classi superiori, laddove specialmente gli alimenti solidi devono soggiornarvi per qualche tempo, e comportarvi un mutamento preparatorio. Il suo diametro non differisce da quello dell'esofago quando essa serve soltanto al passaggio di un nutrimento liquido, come negli insetti succhianti, ai quali si suole per tale ragione rifiutare una bocca propriamente detta.

I. In quanto alla sostanza delle sue pareti, la parete del corpo non vi somministra che pelle e muscoli negli animali inferiori, come la maggior parte degli infusorii e degli acefali, molti gasteropodi, anellidi e simili, mentre che, negli animali più compiutamente organizzati, essa dà inoltre

un apparato osseo, la mascella. Questo apparato tende le pareti della cavità buccale, procura in conseguenza una forma stabile a questa ultima, e serve alla inserzione dei muscoli, di maniera che l'apertura e l'otturamento della bocca eseguendosi con maggior precisione e forza, diviene possibile rattenere, uccidere, dividere e masticare la preda, animale o vegetabile, che serve di nutrimento.

Si vide che la periferia animale forma dapprima la parete del corpo circoscrivendo gli organi (§. 425), e che poscia essa produce le membra distaccandosi da questa parete (§. 434); la mascella riunisce in sè questi due caratteri. Da un lato essa somministra un supporto mobile alla parete buccale, che forma parte della parete del corpo, dappoichè, negli animali vertebrati, essa l'abbraccia come potrebbero farlo alcune costole, ed in alcuni invertebrati, circonda in maniera di anello certo tratto dell'organo d'ingestione. D'altra parte, la libertà dei suoi movimenti, e più ancora l'azione meccanica che esercita sopra le sostanze estranee, le danno il carattere delle membra, di cui essa acquista eziandio la forma negli animali senza vertebre; infatti, sonvi molti di questi ultimi nei quali essa costituisce un paio anteriore di zampe appartenente alla testa, specialmente alla bocca, zampe di cui gli insetti succhiantisi valgono, allo stato di larva, per masticare, mentre allo stato di animale perfetto, esse adempiono soltanto l'ufficio di membra, e che, in certi animali articolati, alcune specie di monocoli, per esempio, esse sono impiegate per pigliare il nutrimento e portarlo alla bocca.

1.° Negli animali senza vertebre, la mascella è un tessuto epidermico, e forma parte dello scheletro cutaneo, sebbene essa sia in parte situata sotto la pelle, alla superficie della membrana mucosa, e che di frequente abbia un tessuto non già corneo, ma calcareo ed osseo.

2.° Quando essa esiste nei rotatorii, negli echinodermi e negli anellidi, è situata d'ordinario, a grande profondità, sopra l'esofago, attorno cui gli accade spesso di formare un anello, come negli echini, ove essa si compone di molti pezzi calcarei, forniti di denti e resi mobili da muscoli. Quando, all'opposto, evvi uno scheletro cutaneo corneo, siccome dessa fa parte di siffatto apparato, la si rinviene allora fuori della cavità buccale, o all'innanzi di essa, ogni qualvolta non si allunghi in una specie di tromba: scorgesi eziandio comparire qua e colà alcune piastre cornee più o meno mobili, articolate specialmente collo scheletro cutaneo, che tengono la forma di un labbro superiore e di un labbro inferiore, come negli insetti e nei crostacei, del pari che negli aracnidi e nei cirripedi. Alcuni che di analogo accade egualmente negli uccelli, in cui il rivestimento corneo della

mascella sostituisce i labbri, mentre che, nel maggior numero degli altri animali vertebrati, la mascella è situata dietro i labbri e coperta da essi.

3.^o Negli animali senza vertebre, essa ha la forma di membri; si compone, in conseguenza, di organi motori pari, situati lateralmente gli uni rimpetto gli altri, che muovonsi nel verso del diametro trasversale del corpo, vale dire ravvicinandosi ed allontanandosi dalla linea mediana. Un paio di queste mascelle mobili lateralmente, cornei o calcare, esiste in alcuni gasteropodi ed anellidi. Negli insetti, nei crostacei e negli aracnidi, la moltiplicazione dei membri in generale fa sì che siavene due paja invece di un solo, le mandibole, taglienti o dentate sui margini, che servono a dividere il nutrimento, e le mascelle, le quali, quasi sempre, rassomigliano vieppiù ai membri propriamente detti, di cui spessissimo d'altronde adempiono altresì l'ufficio. Nella forma opposta, le due mascelle operando insieme sono situate sopra l'asse longitudinale del corpo, e si muovono in questa direzione. Troviamo un indizio di tale disposizione nelle mascelle cornee dei cefalopodi, le quali, d'altronde, non si articolano già colla cartilagine cefalica, e sono attaccate soltanto alle parti molli. La forma di cui si tratta è più sviluppata negli animali vertebrati, ove in conseguenza le mascelle assumono maggiormente il carattere della parete del corpo; mentre che la mascella superiore assume forme svariate, in ragione dei suoi rapporti col cranio, cogli organi dell'olfatto e con quelli della vista, la inferiore costituisce una cintura ossea semplice, la quale, alla maniera delle costole, si muove alternativamente dal basso in alto e dall'insù all'ing giù, o dall'indietro al dinanzi e dal davanti all'indietro, ed alla quale avviene eziandio talvolta, per esempio, nella balena, di possedere esattamente la forma delle coste. Solo in un piccolo numero di mammiferi, le parti laterali, primitivamente separate, della mascella inferiore, si saldano, come nell'uomo, sopra la linea mediana, in maniera da rappresentare un solo osso. In tutti gli altri, esse stanno unite soltanto mediante una massa cartilaginosa o legamentosa, disposizione mediante cui esse si rassomigliano fin a certo punto alle mascelle laterali ed analoghe alle zampe degli animali senza vertebre, ma più ancora alle costole che non si congiungono immediatamente sulla linea mediana. Nelle tre classi inferiori di animali vertebrati, si osserva la stessa separazione, talvolta eziandio più sensibile, oppure evvi riunione mediante un pezzo osseo impari, il quale, per la sua analogia collo sterno, fa risaltare ancora più quella della mascella colle coste. D'altronde, secondo che si ascende nella serie degli animali vertebrati, le mascelle perdono sempre più la loro rassomiglianza colle membra, giacchè il numero dei pezzi ossei e delle punte mobili va sempre più

diminuendo. La mascella superiore, mobile negli uccelli, in alcuni rettili e molti pesci, perde ogni mobilità nei mammiferi, e l'osso intermascellare, che ne forma parte costituente nelle quattro classi, sparisce nell'uomo. La mascella inferiore si compone ancora di più di due ossi nei pesci, nei rettili, e negli uccelli, ove essa non si unisce al cranio che per l'intermedio di un osso quadrato, semplice o risultante da una serie di molti pezzi ossei; nei mammiferi, lo stato delle cose è semplificato, ed il movimento concentrato tutto intiero nell'articolazione temporo-mascellare; nell'uomo, finalmente, l'osso perde ancora molto più di sua rassomiglianza colle mambra, giacchè la mascella è meno lunga, meno prominente e meno stretta al dinanzi che nei mammiferi.

II. Alla cavità buccale sono annesse, nel maggior numero degli animali, alcune formazioni epidermoidi destinate ad usi puramente meccanici, che sono flessibili o rigide, filiformi, lamellate o frastagliate, cornee o calcaree, e consistenti ora in semplici protuberanze della epidermide condensata, ora in papille rivestite di uno strato epidermatico. Queste differenti forme passano dall'una all'altra mediante transizioni tali che, costretti a limitarci qui a degli schizzi generali, non possiamo entrare nelle particolarità che le riguardano, e ne basterà indicarle, quelle specialmente che sono dure, col termine collettivo di produzioni dentiformi, atteso che i denti rappresentano la più perfetta di tutte, quella che predomina. Ned è men variata la loro azione; mentre nell'uomo, esse non hanno altro uso che di attenuare e dividere gli alimenti solidi, gli animali se ne servono altresì, e talvolta eziandio esclusivamente, per cogliere, ritenere ed uccidere la loro preda, in una parola, come di armi offensive, o come d'istrumenti valevoli a penetrare in altri corpi per giungere ad uno scopo qualunque, che è generalmente quello di operarvi una soluzione di continuità. Sonvi alcuni casi in cui la loro unica destinazione è d'impedire agli alimenti solidi introdotti nella bocca di scappare, mentre che i liquidi fluiscono con facilità. Per ultimo, servono desse altresì, come denti velenosi, a condurre un succo digerente.

1.° Armi di questo genere forniscono il davanti della bocca particolarmente negli animali invertebrati succhianti; per esempio, in certi vermi, di cui gli uncini cornei che circondano il succhiatoio s'impiantano nella membrana mucosa, per procurare alcuni punti di appoggio all'animale e determinare una irritazione la quale chiami i liquidi in maggior copia; in alcuni gasteropodi a tromba, i quali non impiegano le loro parti cornee che a praticare fori nel legno secco; nelle sanguisughe, in cui le punte cornee fanno l'ufficio di seghe che lacerano la pelle ed i vasi sanguigni.

Si può egualmente qui riporre, fin ad un certo punto, le mascelle spesso dentate che gli insetti e le aracnidi possiedono sopra i lati della bocca o della tromba, le punte cornee che accompagnano il sorbitoio dei ditteri e degli emitteri.

2.° La stessa cavità buccale presenta setole sopra le sue parti laterali in alcuni roscicchianti e cetacei erbivori; certe punte cornee sulla lingua in alcuni gasteropodi, del pari che in molti pesci, rettili ed uccelli, ed in molti mammiferi, quelli specialmente del genere gatto; alcuni denti nel palato in molti pesci, alcuni rettili e nell'ornitorinco; varie spine cornee, dirette all' indietro ed impiantate sopra papille della faringe, in diverse tartarughe di terra; finalmente certi denti nello stesso sito in molti pesci, parecchi dei quali hanno la facoltà di muoverli colla loro membrana mucosa, come il riccio muove i suoi pungoli insieme colla propria pelle.

3.° I veri denti, a paragone dei quali non si può mettere le dentature che presentano le mascelle degli animali senza vertebre, mancano in alcuni pesci, batraci e mammiferi, i quali si nutrono d' insetti; sono sostituiti da certo rivestimento corneo dei margini delle mascelle nelle tartarughe e negli uccelli, in alcuni cetacei e nell'ornitorinco, mentre che, nella balena, assumono la forma affatto speciale di bacchette impiantate sopra papille, cui ricoprono di un tessuto di filamenti cornei, costituenti ciò che dicesi gli ossi o barbigli. Il rivestimento corneo del becco degli uccelli non è egualmente altro che una massa di filamenti cornei, i cui germi nacquero ciascuno separatamente, e che poscia agglutinaronsi insieme. In molti pesci e rettili, i denti si formano nella gengiva, e si consolidano poscia colla mascella. In altri, del pari che nei cetacei dotati di denti, questi si producono in pari modo, e si incastrano poscia nella mascella, ma senza saldarsi con essa. È indizio di un grado inferiore di formazione di questi organi, quando essi non presentano differenza nella loro configurazione, e se, per esempio, costituiscono, come nelle razze, alcune piastre, le quali rivestono le mascelle alla maniera di un selciato, o rappresentano, come nel delfino, 180 corpi conici tutti simili gli uni agli altri. N' è pur uno l' esser dessi isolati e lasciar tra loro alcuni vuoti, come quello che scopresi tra i denti incisivi ed i denti molari, nella maggior parte dei mammiferi erbivori. N' è uno infine che certi denti, i canini specialmente, protuberino al di là degli altri; in quel caso, ora l'accrescimento che esse continuano a prendere per tutta la durata della vita, li fa saltar molto fuori della bocca, nè possono essere impiegati che a titolo di armi, come nell' ippopotamo e nel narvalo; ora la grande curvatura che assumono li rende inetti eziandio ad adempiere a questo ufficio, come nel babirossa

che se ne vale, dicesi, per sospendersi ai rami degli alberi, quando vuole riposare. I denti dell'uomo si distinguono in quanto che niuno di essi non si rassomiglia perfettamente agli altri, formano una serie non interrotta, avendo tutti la stessa altezza, le loro superficie trituranti si trovano nello stesso piano, e quelli della mascella superiore corrispondono esattamente a quelli della mascella inferiore (1).

III. Riguardo alla stessa cavità buccale,

1.° Negli animali inferiori, particolarmente nei succhianti, ha dessa un'apertura semplice e rotonda, il cui margine, quand'è alquanto gonfio, porta impropriamente il nome di labbri, ed in tutti i casi non rappresenta che un labbro cilindrico. Ad un grado più elevato, la bocca è una fessura munita di due labbra. Tuttavia quest'ultima forma si rinviene già talvolta nelle classi inferiori, ad esempio, nei bifori tra gli acefali, e nelle serpule fra gli anelidi.

2.° Una cavità buccale prolungata a cilindro, facente una libera protuberanza davanti del corpo, e costituente allora quasi sempre un succhiatoio, sebbene le accada talvolta eziandio di servire ad impadronirsi di alimenti solidi, esiste negli acaleffi pediculati, in alcuni gasteropodi e cefalopodi, in diversi anelidi, negli anfitriti fra gli altri, in molti insetti, nei ditteri principalmente, e negli aracnidi.

3.° Siccome i labbri servono ad un tempo al movimento ed al sentimento svegliato dal contatto, divengono, sviluppandosi, membri ed organi del tatto. Quindi le scissura della parete della bocca in molti prolungamenti cilindrici dà le braccia dei polipi, i quali esercitano le funzioni del tatto, involgono la preda, e la conducono nella cavità digerente, all'ampliamento della quale servono allora, per guisa che la loro lunghezza scema mentre l'animale digerisce. Analoghi prolungamenti delle labbra scorgonsi negli acaleffi, nei brachiopodi ed in alcuni gasteropodi. Le braccia dei cefalopodi circondano la bocca le sue labbra, e sono le ripetizioni di questi ultimi, ma non servono unicamente alla ingestione, giacchè sono utili altresì per la locomozione ed il succhiamento. Quest'ultima destinazione è più marcata nei tentacoli situati in vicinanza della bocca, che non hanno più rapporto immediato coll'alimentazione, ma che servono ancora in parte all'assorbimento, come nelle oloturie. Queste parti prolungate della bocca tengono eziandio talvolta la forma di tubi, come l'annunciano già, nella classe dei polipi, le braccia incavate dei petalopodi. La tromba conducente il nutrimento alla bocca è prodotta, in molti insetti, da una

(1) Blandin, *Anatomia del sistema dentario*. Parigi, 1836, in 8.°

modificazione della lingua o delle mascelle posteriori, nell' elefante dall'allungamento cilindrico del naso e del labbro superiore insieme confusi.

4.° La lingua esiste già in rudimento in alcuni acefali, ma appalesa il tipo di sua formazione, vale dire si presenta come una doppiatura trasversale della parte inferiore della cavità buccale. È dessa alquanto più sviluppata nel maggior numero dei gasteropodi e nei cefalopodi. Negli insetti, comparisce quale prolungamento del labbro inferiore. Negli animali vertebrati, la sua sostanza muscolare e la sua mobilità aumentano; diviene essa inoltre più larga, più molle e più ricca di nervi. Ma la sua configurazione varia all' infinito nelle diverse classi; la si trova divisa in due metà laterali negli offidiani, in alcuni sauriani, e nei colibri fra gli uccelli; in certe scimmie, essa presenta una fessura alla sua parte superiore ed alla sua parte inferiore; nei batraci, si attacca dessa per la sua parte anteriore, mentre la posteriore è libera e mobile.

b. Effetti dell' azione degli organi.

aa. INTRODUZIONE DEGLI ALIMENTI.

§. 926. Compiesi la introduzione degli alimenti in parecchie maniere diverse.

I. Negli ultimi scalini dell' animalità, essa accade senza scelta.

1.° Si effettua dapprima in modo affatto passivo e vegetativo nelle spugne, e certamente eziandio in parte in alcuni polipi, giacchè le sertularie sembrano assorbire mediante le loro espansioni radiceformi, dappoichè esse periscono quando si levano dal luogo in cui erano radicate (1).

2.° L' attrazione operata qui per affinità adesiva e chimica non serba la purezza di questo carattere, negli altri animali, se non nell' interno del canale digerente, all' orificio del quale essa prende quello dell' animalità. Ne troviamo già le prime tracce in alcune spugne (ad esempio, nel *manon*), ed anche in alcuni gasteropodi (*buccinum pallestre*, verbigrazia); giacchè, al dire di Schweigger (2) e di Trevirano (3), questi animali sembrano ricevere il loro nutrimento mediante l'apertura e l'otturazione alternative della bocca.

3.° Le vorticelle ed i rotatorii eccitano, mediante le ciglia di cui è circondata la loro bocca, un vortice, l'effetto del quale consiste nel condurre nella bocca gli infusorii da esso strascinati. Gli entomotraci sembrano

(1) Schweigger, *Handbuch*, p. 351.

(2) *Loc. cit.*, p. 372.

(3) *Biologia*, t. IV, p. 310.

costituire sotto tale aspetto, il passaggio alle forme superiori di ammissione del nutrimento. Mentre che il *monoculus castor* determina, mediante certo movimento vibratile, un movimento vorticoso, che conduce tutti i piccoli corpi alla bocca mediante quattro gronde oblique (1), il *monoculus quadricornis* impiega i suoi membri conformati alla maniera di mani per avvicinare l'acqua alla sua bocca, di cui le mascelle colgono le sostanze alibili che il liquido può strascinare (2), e mentre che il chirocefalo inghiotta indistintamente tutto ciò che si presenta davanti alla sua bocca, come gli animali aspirano l'aria senza scelta (3), il *monoculus pulex* sa rispingere ciò che non gli conviene colle ciglia che forniscono le sue mascelle interne (4).

4.° Alcuni infusorii ed acaleffi tubulosi, nuotanti colla bocca aperta, colgono così i piccoli animali che trovansi sul loro passaggio.

5.° Finalmente la balena attrae una massa di acqua nella sua bocca, e la fa uscire attraverso i denti od ossi che pendono dalla sua mascella superiore, mentre queste produzioni cornee rattengono i piccoli animali di cui essa forma il suo nutrimento e che poscia inghiotte.

II. La presa degli alimenti può cadere sopra sostanze determinate, e farsi con maggior o minore scelta.

1.° Accade essa dapprima in maniera analoga a quella con cui compiesi negli animali inferiori la emissione del liquido generatore, il canale deferente dei quali si rovescia sopra sè stesso e protubera all'esterno (§. 133). Così le asterie vomitano in qualche guisa il loro esofago ed una parte del proprio stomaco, di cui si valgono per cercare pesci e molluschi, cui involgono ed inghiottono facendo rientrare questi organi con essi. Le attinie progettano egualmente il loro stomaco all'esterno, e lo stendono sopra gli animali cui vogliono inghiottire. Alcuni gasteropodi (*paludina*) ed annelidi (afroditi e nereidi) sporgono pur in fuori, per impadronirsi del nutrimento, una parte dell'esofago, il quale rappresenta allora una specie di tromba temporaria, come il canale deferente rivoltato simula un membro genitale temporario.

2.° Una maniera più sparsa di prendere il nutrimento consiste nel coglierlo colle labbra, sia poi che queste non oltrepassino il piano della superficie del corpo, che circondino un'apertura situata alla estremità di

(1) *Jurine, Storia dei Monocoli*, p. 55.

(2) *Ivi*, p. 6.

(3) *Ivi*, p. 209.

(4) *Ivi*, p. 100.

una cavità buccale prolungata in forma di tromba, o che esse stesse si allunghino in tentacoli analoghi a membra. Per tal guisa, nei mammiferi erbivori, i labbri servono ancora principalmente a dirigere il nutrimento, e sono tanto mobili, per esempio, nel cavallo, nella pecora e nella capra, da abbracciare gli erbaggi, mentre quelli dei buoi hanno minor mobilità ed azione, e quelli dei porci e dei carnivori sono affatto inetti a cogliere il nutrimento.

3.° Qui, pel fatto, è colle mascelle, particolarmente coi denti incisivi e canini, che l'animale coglie il suo alimento. Questo modo di prendere, frequente in tutte le classi di animali vertebrati, effettuasi eziandio nei crostacei e negli aracnidi, con la particolarità, in questi ultimi animali, che spessissimo le mascelle posteriori, o massille, quelle che hanno maggior analogia colle membra, sono incaricate di cogliere la preda, e trasmetterla alle mascelle anteriori o mandibole, che la dividono in pezzi e la dirigono verso la cavità buccale.

4.° Accade di frequente che una lingua allungata e procidente costituisce l'organo servente ad attrarre il nutrimento. Siffatta disposizione si rinviene, fra i gasteropodi, nelle patelle tra gli altri; nel camaleonte, che slancia colla rapidità del lampo la sua lingua più lunga del suo corpo, e la riconduce carica d'insetti agglutinati al disco terminale; nei batraci, che rovesciano la loro lingua attaccata al margine della mascella inferiore, e la progettano così sugli insetti; nei picchii la cui lingua, cornea alla estremità, munita di uncini sui margini, e spalmata, nella sua faccia superiore di muco glutinoso separato nella cavità buccale, può essere grandemente tratta fuori dal becco mediante i lunghi corni flessibili del joide che si ravvolgono attorno il cranio; nei formichieri, la cui lingua protrattile è egualmente resa atta ad inghiottire gl'insetti mediante un muco viscoso separato nella bocca. La lingua dei buoi abbraccia lo stelo delle piante e l'attrae nella bocca, ciocchè non accade negli altri ruminanti e nei solipedi, se non dopo l'azione esercitata dalle labbra. È pure quest'organo che nei carnivori, dirige il nutrimento nella cavità buccale. La giraffa si vale di sua lunghissima lingua per abbracciare i rami degli alberi ed attrarli a sè.

5.° La lunghezza delle zampe anteriori e del collo della giraffa annunciano che quest'animale è destinato a cercare il suo nutrimento in luoghi elevati; medesimamente, l'alce, la cui metà posteriore è più bassa dell'anteriore, ricerca egualmente il fogliame dei giovani alberi, di cui spezza la corona col suo corno, quando sono troppo alti, e se vuole pascersi di erba, è costretto abbassarsi, riportando all'indietro le sue zampe anteriori.

Il cavallo ha un collo di bastevole lunghezza per raggiungere le alte erbe delle steppe che sono la sua vera terra natia; nelle nostre praterie esso è costretto avanzare una delle sue gambe anteriori e piegare alquanto l'altra. In quanto agli animali a zampe corte ed a collo poco lungo, trovano essi il proprio nutrimento sulla terra. Così le zampe ed il collo, che adempiono l'ufficio di membro, sono in armonia col bisogno del nutrimento, e mediante la loro lunghezza ingrandiscono il campo proprio a somministrare alimenti; negli uccelli palmipedi, vi contribuisce inoltre l'allungamento del becco, e nell'elefante una tromba mobile supplisce alla brevità del collo.

6.° Gli uccelli di preda ed i mammiferi carnivori colgono e rattengono la propria preda cogli artigli, per lacerarla quindi colle mascelle, e portarla nella cavità buccale colla lingua. I parrocchetti, le scimmie ed alcuni rosicchianti, si valgono delle loro zampe per quest'ultimo ufficio, ed i mammiferi impiegano le anteriori. Siffatta disposizione sembra specialmente accadere quando il nutrimento, per sè stesso molto consistente, e racchiuso in duro guscio, abbisogna di essere solidamente rattenuto acciocchè i denti vi possano penetrare. Il castore si rassomiglia agli scoiattoli, alle marmotte e simili, nel significato che esso siede sulle sue zampe posteriori, onde impiegare le anteriori alla maniera di bracci.

§. 927. La introduzione di un nutrimento liquido è la forma meno avanzata, dappoichè essa rappresenta esattamente la maniera con cui nutronsi i vegetali. Tuttavia, ovunque dove esiste un vero organo digerente, essa effettuasi, non già per imbevimento, come nelle piante, ma mediante vie aperte.

I. L'ammissione del liquido per attrazione, od il succhiamento, è il modo che più si avvicina a quello cui osservasi nel regno vegetabile.

1.° È desso il modo di nutrizione degli entozoari (in particolare dei vermi cistici, trematodi, acantocefali e cestoidi); degli epizoari appartenente alle classi dei crostacei e degli insetti; probabilmente di un gran numero di polipi, massime fra i coralli, di molti acaleffi, di alcuni annelidi, degli aracnidi e di molti insetti compresi negli ordini dei ditteri, imenotteri, emitteri e lepidotteri. Nella serie degli animali vertebrati, lo si rinviene eziandio nei missinoidi, ultimo ordine dei pesci cartilaginei, nei girini delle rane (§. 392, 2.°), ed in parte almeno nei colibri; ma i mammiferi non lo presentano che durante i primi tempi susseguenti alla nascita, sicchè lo stato permanente negli animali inferiori è in essi puramente transitorio. Ora si rinviene, pel passaggio del liquido, un canale prodotto o dai labbri che l'animale vi immerge, o di cui esso circonda i corpi solidi che lo

contengono, o dalla lingua, di cui, nei colibri, per esempio, le due metà laterali si applicano a tale effetto una contro l'altra. Ora esiste un succhiatojo, che è il prolungamento immediato degli organi digerenti, od una tromba mobile, annessa alla bocca e versantevi il liquido. Finalmente, in certi animali senza vertebre, trovansi ancora spine speciali, o parti analoghe a denti od a mascelle, che, penetrando nel corpo liquido nel cui seno è contenuto il liquido nutritivo, vengono in aiuto del succhiamento. Non potrebbesi però stabilire una linea precisa di separazione fra gli animali che succhiano e quelli che mangiano; giacchè, dapprima, molti acaleffi stenobranchi possiedono, indipendentemente dai tubi di succhiamento disposti in cerchio, una bocca centrale che permette loro di prendere alcune sostanze solide; dappoi, i succhiatoj sono dilatabili nei rizostomi ed altri acaleffi discofori; le formiche e le vespe consumano altresì alcune sostanze solide; sebbene d'ordinario non facciano che succhiare, come gli altri imenotteri; puossi dire altrettanto degli scorpioni, atteso che la loro tromba non è, come quella degli aragni, munita di setole che impediscano alle sostanze solide di penetrarvi. I missinoidi, inghiottono egualmente piccoli animali; finalmente, alcuni animaletti e corpicelli, a dir vero visibili soltanto col microscopio, nuotano costantemente in folla nei liquidi che succhiano gli entozoari, gli epizoari, e simili.

2.° Il succhiamento riposa, in generale, sul prodursi per la formazione di una cavità che dapprima non esisteva, o per l'ingrandimento di una cavità già esistente, o da ultimo per la evacuazione del liquido o dell'aria cui siffatta cavità conteneva, un vuoto in cui il liquido si precipita sotto la influenza della pressione esercitata dalle parti circonvicine e dall'atmosfera. L'organo del succhiamento di molti animali senza vertebre forma uno scavo che opera alla maniera di una ventosa, ritirandosi indietro il piccolo bottone che ne occupa il centro e che presenta un'apertura conducente al succhiatojo, mentre che i suoi margini si applicano esattamente alla superficie del corpo che l'animale vuole succhiare. Negli annelidi, l'organo digerente acquista, mediante il movimento della parete del corpo a cui si attiene, cert'ampliazione che lo rende atto ad esercitare il succhiamento. Nei ditteri, lepidotteri ed imenotteri, lo stomaco muscoloso, destinato all'attrazione degli alimenti solidi, è sostituito da certa dilatazione dell'esofago, che concorre pure meccanicamente alla digestione, ma in altra maniera, dappoichè il succhiamento dipende dalle alternative di espansione e di rinserimento delle sue pareti. I mammiferi succhiano un corpo solido per l'azione riunita delle labbra, delle guancie e della lingua, col concorso della ispirazione (§. 533, 4.°).

II. La ingestione di certa quantità di liquido ad un tempo costituisce l'azione del bere, la quale si effettua in molte maniere.

1.° Quest'azione si compie dapprima collo stesso processo del succhiamento, vale dire sorbendo il liquido mediante la inspirazione, producendo l'aria che penetra fra le labbra nel tempo stesso che l'acqua certo rumore. Bevono così molti uccelli, i solipedi, i ruminanti, i porci; questi ultimi animali avvicinano i labbri uno all'altro e riducendo l'apertura della bocca ad una stretta fessura, la tengono alla superficie dell'acqua o la immergono nel liquido.

2.° L'altra maniera di bere consiste nel versare, progettare o condurre l'acqua nella bocca, ove essa scende per effetto di sua gravità. I carnivori e le scimmie allungano la lingua, l'allargano, l'incurvano nella punta, e ne fanno così una specie di ciotola mediante cui conducono l'acqua nella propria bocca. Altri animali, invece di lambire, come questi, non fanno che leccare l'acqua, vale dire, bere il liquido che si attacca allo loro lingua. Certi uccelli chiamano altresì in proprio soccorso la gravità; immergono essi il loro becco nell'acqua, ne riempiono la estremità di liquido, poi lo raddrizzano, acciocchè l'acqua possa colare nel fondo della cavità buccale.

3.° La maniera di bere dell'uomo tiene il mezzo fra le due precedenti. Ha dessa inoltre la particolarità che il liquido è portato alla bocca mediante uno strumento qualunque, fosse pur desso il solo scavo della mano. L'uomo tiene il vaso per modo che la bevanda possa colare nella bocca; applica desso il labbro inferiore a questo vaso, il superiore alla superficie del liquido, poi ritira la lingua all'indietro, ed esercita il movimento d'inspirazione. Il liquido così in parte versato ed in parte assorbito, si raccoglie nella cavità buccale, chiusa all'indietro dalla lingua e dal velo palatino, e quando tale cavità trovasi piena, è desso ingoiato ad un tratto.

§. 928. La ingestione degli alimenti solidi non accade ovunque nella stessa maniera (1).

I. In generale, ed in particolare nell'uomo, la bocca si apre, e la cavità buccale s'ingrandisce nel verso di sua altezza, locchè è reso possibile dalla estendibilità delle sue pareti laterali, le guance, costituite in gran parte dai muscoli buccinatori, dalla pelle e dalla membrana mucosa.

1.° Siffatto aggrandimento della cavità buccale risulta in ispecialità dall'abbassamento della mascella inferiore, la quale non esige che un lieve

(1) E. Lauth, *Del meccanismo con cui le sostanze alimentari, ec. Strasburgo, 1833, in 4.°, p. 4.*

apparato muscolare, in proporzione, doppoichè il proprio peso di questa parte basta già per abbassarla quando non agiscono i muscoli elevatori. I muscoli che l'eseguiscono sono il milo-joideo, il genio-joideo, e specialmente il digastrico, il cui punto di appoggio si trova all'joide, cui lo sterno-joideo, il tiro-joideo e l'omoplata-joideo rattengono all'ingiù. Il digastrico è specialmente potente negli animali da preda, a cui permette di aprire largamente la bocca.

2.° La fessura della bocca è aperta nello stesso tempo dal rialzamento del labbro superiore e dall'abbassamento del labbro inferiore, non che dai buccinatori, i quali ne tirano gli angoli. Tutti questi muscoli rappresentano le fibre muscolari longitudinali della bocca, la cui azione si esercita in direzione inversa di quella delle fibre circolari delle labbra.

II. Negli animali che masticano poco o nulla, ed inghiottono grandi boccate, le mascelle abbisognano di allargarsi molto; quindi si rendono desse per solito osservabili atteso la loro grande mobilità negli animali vertebrati delle tre classi inferiori.

1.° Infatti, la mascella superiore è flessibile in una parte di sua superficie esterna, od alla sua unione col vomere e coll'osso palatino, e la sua parte anteriore trovasi sollevata quando la mascella inferiore si abbassa, pel motivo che questo movimento spinge l'osso quadrato all'innanzi, e ricalca ad un tempo gli ossi testè indicati. Nei mammiferi, non avviene siffatta mobilità, e la mascella superiore non può contribuire all'apertura della bocca se non sollevandosi con tutta la testa. Per tal guisa un cane apre la gola, allora eziandio che la sua mascella inferiore è fissata, e l'uomo altresì, quando apre largamente la bocca, raddrizza la sua testa, se non può abbassare sufficientemente la sua mascella inferiore.

2.° La mascella inferiore possiede maggiore mobilità nei pesci, nei rettili e negli uccelli, per ciò che essa non si unisce coll'osso temporale se non mediante un pezzo intermedio, l'osso quadrato, ed in conseguenza possiede dessa una doppia articolazione per ogni lato. Nel maggior numero degli ofidiani, si osserva, inoltre, che le sue due metà laterali non sono congiunte insieme che mediante una membrana legamentosa secca, sicchè questi rettili hanno la facoltà d'inghiottire animali di un volume quasi eguale al proprio, essendo d'altronde la loro pelle ed il loro esofago suscettibili di considerabile distensione. D'altronde, la lunghezza della mascella e la strettezza della sua estremità anteriore permettono eziandio alla bocca di aprirsi più largamente nei mammiferi che nell'uomo.

§. 929. Gli alimenti solidi sono assoggettati ad un'azione meccanica che gli attenua.

I. Quest' azione precede talvolta la ingestione.

1.° Ecco quanto accade allorchè il corpo cui deve servire di nutrimento ha troppo volume per poter penetrare per intiero nella bocca. L'animale lo divide allora in pezzi, tanto mediante i suoi denti, cui vi fa penetrare, quanto lacerandolo. Si rinvien il secondo modo in alcuni gasteropodi, per esempio, la cui lingua è fornita di armi, mediante le quali essi staccano alcuni lembi dalla pianta che deve nutrirli. L' altro si scorge negli insetti masticatori, le mandibole dei quali operano alla maniera di pinzetta, per distaccare un pezzo che le mascelle cornee rattengono solidamente, applicandosi alla sua superficie. Il maggior numero degli uccelli lacerano col proprio becco i corpi cui non possono inghiottire intieri; ma quelli da preda adoprano a tal uopo i loro artigli. Nei mammiferi, i denti incisivi sono destinati allo stesso uso, quindi non sono situati esattamente gli uni al disopra degli altri; quasi sempre quelli della mascella superiore inoltransi alquanto, ed i loro margini liberi non toccano che lateralmente quelli degli incisivi inferiori, di maniera che l' azione combinata degli uni e degli altri si rassomiglia a quella di un paio di forbici. I mammiferi hanno spesso altresì ricorso allo strappamento; allungando la testa, staccano coi denti un lembo del corpo cui rattengono colle loro zampe, o che il suo peso impedisce di cedere.

2.° Avvengono pure altri modi di attrizione preparatoria. Il boa, ad esempio, circonda gli animali coi suoi giri, e spezza loro gli ossi. Molti uccelli aprono le capsule delle piante, rigettano i baccelli, ed inghiottono i semi, e via dicendo.

II. L' azione meccanica esercitata sopra gli alimenti introdotti nella bocca consiste in certa pressione semplice delle mascelle e dei denti o delle parti analoghe, pressione che, distruggendo la vita, ed alterando più o meno la coesione organica, rende i corpi che devono servire di nutrimento più atti ad essere inghiottiti e digeriti.

1.° L'attrizione degli alimenti colle parti solide della bocca è il modo più sparso. Se ne trovano già molti esempj negli animali senza vertebre, ed essa sembra accadere eziandio in alcuni acaleffi, la cui bocca è alquanto cartilaginosa. Gli uccelli non fanno che schiacciare gli alimenti col coperchio corneo della loro mascella; ma, nei pesci e nei rettili, ove questi ossi sono forniti di denti, esiste masticazione.

2.° I denti che, non solo in molti animali senza vertebre, ma eziandio in molti pesci, forniscono la cavità buccale e la sua parte posteriore, fanno comportare agli alimenti, durante il loro passaggio, un'attrizione che non richiede mica il concorso della volontà. L' intonaco corneo che riveste la

lingua, per esempio, nei sauriani e negli ofidiani, può benissimo agire nella stessa maniera. Alcuni gasteropodi, verbigrazia, gli aliotidi, schiacciano pure il nutrimento contro una piastra calcarea.

III. La masticazione è l'attrizione degli alimenti per effetto di certa pressione ripetuta, compiuta volontariamente.

1.° Se ne conoscono pochi esempj negli animali senza vertebre, ove d'altronde essa è sempre molto incompiuta. La massima parte degli insetti che vivono di alimenti solidi, non li masticano punto, od almeno li masticano soltanto in parte, lasciando allo stomaco muscoloso la cura di compiere siffatta operazione. In quelli stessi in cui le sole mascelle concorrono alla divisione degli alimenti, come le libellule, evvi piuttosto schiacciamento che masticazione propriamente detta, e la posizione delle mascelle fa sì che l'atto si compia piuttosto al dinanzi che nell'interno della cavità buccale.

2.° Acciocchè siavi vera masticazione, bisogna che i movimenti della lingua, delle pareti della bocca e della mascella inferiore riconducano a varie riprese gli alimenti fra i denti delle due mascelle, che gli spezzano, gli schiacciano, li lacerano, nel tempo stesso che la saliva affluente li rammolisce e li riduce in una specie di pasta. Questa masticazione appartiene unicamente ai mammiferi, ed è dessa eziandio limitatissima inoltre nei carnivori.

3.° La cavità buccale ritiene gli alimenti durante la masticazione; è dessa chiusa al dinanzi dal muscolo orbicolare delle labbra, all'indietro dall'abbassamento del velo palatino e dal sollevamento della base della lingua, mentre che i buccinatori ed i muscoli labbiali, applicando le guancie alle gengive, impediscono così al nutrimento di cadere nel dintorno della cavità, vale dire tra le mascelle e le guancie.

4.° La lingua massimamente esercita un ufficio attivissimo durante siffatta operazione; nei mammiferi, ed in particolare nell'uomo, alcuni muscoli la fissano in alto e per di dietro al cranio, più al dinanzi al velo palatino, all'ingù ed al dinanzi all'osso joide, e la muovono in tutte siffatte direzioni. La sua parte posteriore segue altresì i movimenti del suo supporto, il joide, cui alcuni muscoli traggono all'insù ed all'indietro verso il cranio, all'insù ed al dinanzi (dai muscoli formanti il fondo mobile della cavità buccale) verso la mascella inferiore, all'ingù ed all'indietro verso l'omoplata, all'ingù ed al dinanzi verso lo sterno e la laringe. Questa ultima connessione fa altresì che la laringe si muova ad un tempo con essa. La lingua possiede, inoltre, certe fibre muscolari speciali, le quali camminando per lungo, per traverso e nella profondità, s'incrocicchiano in tutte

le direzioni, determinano movimenti proprii, e s'intrecciano con le fibre terminali dei suoi muscoli intrinseci; queste fibre furono ben descritte da Gerdy (1). Viene distesa dalle sue fibre perpendicolari, le quali ad un tempo l'assottigliano, e dai muscoli stilo-glosso ed jo-glosso che, camminando sopra i suoi margini laterali, la raccorciano; è dessa resa più stretta, più grossa e più lunga, mediante le sue fibre trasversali; incurvata dalle sue fibre longitudinali e dai muscoli dei suoi margini, testè indicati; allungata dalle sue fibre trasversali, del pari che dal genio-glosso, il quale ne occupa la linea mediana. Quando quest'ultimo ne abbassa la parte mediana, mentre che lo stilo-glosso ed il glosso-palatino ne rialzano i margini, essa incavasi alla maniera di gronda, e quando invece di questi ultimi agisce l'jo-glosso, che ne abbassa i margini, essa piglia una forma arcuata. L'ascendimento dell'joide e della laringe la rispinge verso il palato. Lo stilo-glosso, ed il glosso-palatino la portano all'indietro, sicchè se le fibre anteriori del genio-glosso ne abbassino simultaneamente la punta, essa presenta una superficie declive dall'indietro al dinanzi. L'ascensione dell'joide e le fibre inferiori del genio-glosso la rigettano al dinanzi, di maniera che se la sua base è nello stesso tempo abbassata dall'jo-glosso, presenta una superficie inclinata dal davanti all'indietro. L'jo-glosso ed il movimento dell'joide verso l'omoplata la tirano all'ingiù ed all'indietro. L'ascensione della laringe e le fibre esterne e superiori del genio-glosso la dirigono all'ingiù ed al davanti. Assume dessa una direzione obliqua quando l'jo-glosso, il genio-glosso ed il glosso-palatino operano da un sol lato. Finalmente può la sua punta incurvarsi alquanto dal basso in alto, e dall'alto al basso, secondo che le fibre longitudinali superiori od inferiori raccorciano l'una o l'altra delle sue faccie. Per tal guisa l'azione riunita od isolata, totale o parziale di questi differenti muscoli, le permette di eseguire svariatisimi movimenti, di far scorrere gli alimenti nella cavità buccale, di premerli contro le pareti, massime contro il palato, di schiacciarli quando sono molli, e di ridurli in boccone quando furono attenuati in qualsivoglia maniera ed impregnati di saliva.

5.° I denti delle due mascelle premono gli uni sugli altri allorquando essi si corrispondono perfettamente, come nell'uomo, e contribuiscono così reciprocamente a mantenersi fissati nelle mascelle. Formando, in lui, una serie non interrotta, essi prestansi lateralmente un mutuo appoggio, il quale fa sì che, quando le mascelle colgono un corpo duro, l'azione dell'uno si estende sull'altro alla serie tutta intiera, e che il punto sul

(1) *Ricerche di anatomia*. Parigi, 1823, in 4.°, p. 20.

quale cade immediatamente la pressione opponga maggior resistenza. La forma conica delle radici contribuisce pure a ripartire la pressione sopra una superficie più larga, poichè da ciò risulta che questa non si eserciti unicamente sopra il fondo degli alveoli, ma sopra tutta la estensione delle loro pareti laterali; gli alveoli ed i denti hanno adunque maggior forza. D' altronde, la membrana mucosa acquista un carattere legamentoso nelle gengive, la qual cosa fa sì che essa opponga egualmente considerabile resistenza alla pressione.

6.° L'attenuazione di un corpo in generale non può accadere che per puntura, sezione o pressione, secondo che la forza meccanica è concentrata sopra un punto o ripartita tanto sopra una linea quanto sopra una superficie. La forma dei denti corrisponde a queste tre maniere di agire. I canini pungono, e quando s'incrocchiano lacerano; mancano in molti erbivori, e sono specialmente assai sviluppati nei carnivori, a molti dei quali servono altresì di armi offensive o difensive; nell'uomo non sono dessi nè tanto lunghi nè così incurvati come nei carnivori, e, sotto l'aspetto della forza, essi tengono il mezzo tra gli incisivi ed i molari. Gli incisivi sono i più deboli di tutti i denti, in ragione della loro struttura e della loro situazione; agendo come forbici, contribuiscono specialmente a tagliare il boccone ed a far comportare agli alimenti la prima divisione. Niun animale gli ha maggiormente sviluppati quanto i rosicchianti, nei quali la logorazione incessante delle loro corone è compensata dall'accrescimento continuo delle loro radici (§. 808). Siccome le due metà della mascella inferiore sono mobili in alcuni rosicchianti, i suoi incisivi interni s'inclinano uno verso l'altro allorquando essi si rialzano (1). I molari schiacciano e spezzano; quindi sono più forti negli animali erbivori, nei ruminanti e nei solipedi specialmente, mentre che nei carnivori presentano grandi punte, le quali permettono loro di trapassare e perforare, nel tempo stesso che schiacciano; sono desse ovunque che, in ragione della struttura e situazione loro, operano con maggior forza; quindi lo stesso uomo si serve soltanto di essi per masticare le sostanze maggiormente dure, sebbene in ogni altra circostanza esso adopri tutti i suoi denti indistintamente.

7.° Il più generale ed il più forte dei movimenti che la mascella inferiore eseguisce durante la masticazione è quello dall'ingù all'insù. Molti muscoli contribuiscono a premerla giusta siffatta direzione contro la mascella superiore, e sono, il massetere al dinanzi, il temporale all'indietro, il pterigoideo interno al di dentro. Il temporale è quello fra tutti che

(1) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. II, p. 132. — Blandin, *Anatomia del sistema dentario*. Parigi, 1836, in 8.°

esercita l'azione più verticale e ad un tempo più energica; quindi possiede esso grandissima potenza negli uccelli granivori, come altresì nei mammiferi carnivori. Si sa che questi ultimi masticano poco, generalmente parlando, e che contentansi di spezzare gli ossi; ma quest'atto suppone una forza considerabile; e ciò che contribuisce tuttavia a renderlo possibile, si è la solidità dell'articolazione della mascella inferiore, alla quale la larghezza del suo condilo interdice inoltre tutti i movimenti laterali, lasciando liberi soltanto quelli di abbassamento e di elevazione. Nell'uomo siffatta articolazione è più debole, niun muscolo masticatore ha considerabile sviluppo; la forza motrice del temporale e del massetere agendo ad angolo retto sulla mascella inferiore, e la situazione dei molari nei dintorni dell'articolazione, facendo che l'ostacolo da vincersi si trovi ravvicinato al punto di appoggio, segue da ciò essere eziandio possibile in questo sito un grande dispiegamento di forze; effettivamente certi uomini giungono a rompere noccioli di pesche, i quali non cedono che alla pressione di un peso di 300 libbre. Se i muscoli masticatori fossero collocati a maggior distanza dall'articolazione, essi potrebbero dispiegare tutta la loro potenza, cui valutossi, giusta quest'ultimo fatto, a 900 libbre ed anche al doppio (1). D'altronde, la forza posta in azione risulta tanto minore quanto maggior volume possiede il corpo stretto fra le mascelle, giacchè l'obbliquità della mascella inferiore all'indietro ed all'insù aumenta in ragione della grossezza di questo corpo, sul quale i muscoli non possono più allora agire ad angolo retto.

8.° Al movimento verticale se ne aggiunge, specialmente negli erbivori, un altro orizzontale, il quale dipende dallo scorrimento del condilo, operato principalmente dal muscolo pterigoideo esterno, e che compie l'attrizione degli alimenti. Il movimento al dinanzi effettuato da questo muscolo, di concerto col massetere, è visibilissimo nei rosichianti, di cui il condilo della mascella ha un diametro longitudinale considerabile, che gli interdice qualunque scorrimento laterale, permettendogli di recarsi facilmente dal dinanzi all'indietro, o dal di dietro al dinanzi, e di cui il massetere ha un grande volume, mentre non iscorgesi veruna traccia di questo muscolo negli uccelli, le cui mascelle non sono capaci che di un movimento verticale. Il massetere è talmente visibile altresì nei gatti e negli alani, d'allargare la parte anteriore della loro testa e farla apparire rotonda. Il condilo scorre all'indietro pel solo fatto di sua meccanica

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 15.

disposizione, quando cessano di agire i muscoli che lo traggono al dinanzi; anche il digastrico può contribuire a questo effetto.

9.° La mascella si muove lateralmente allorquando l'animale contrae alternativamente i pterigoidei esterni, ed anche gli interni, dei due lati, aiutando la loro azione con quella del massetere del lato opposto. Combinato con quello dal dinanzi all' indietro, siffatto movimento produce una rotazione che compie l'attrazione, e che, limitatissima nell'uomo, ha molta latitudine nei solipedi e nei ruminanti, il cui condilo può muoversi in ogni verso nella cavità superficiale che lo riceve, e di cui i muscoli pterigoidei sono sviluppatissimi.

10.° La masticazione, durante la quale gli alimenti assumono la temperatura della bocca, o si scaldano se sono freddi, e si raffreddano per effetto della corrente dell'aria, se sono troppo caldi, dura finchè il boccone sia facile a muovere ed a inghiottire, finchè cessi di piacentare il senso del gusto.

bb. DEGLUTIZIONE DEGLI ALIMENTI.

§. 930. La deglutizione suppone due cose: l'azione muscolare e la lubrificazione delle vie. Quest'ultima condizione è riempita tanto dalla saliva e dalle mucosità separate, quanto dalla umidità dello stesso nutrimento. Allorquando la gola è arida, ad esempio nella febbre, s'inghiotte difficilmente, ed i corpi secchi, che non comportano nè la masticazione nè la insalivazione, per esempio, le fecole, non giungono nello stomaco che col soccorso di una bevanda. Nelle fauci, ove il nutrimento meno si arresta, la secrezione mucosa viene somministrata in maggior abbondanza, specialmente dalle amigdale, cui i movimenti dei pilastri del velo palatino, fra i quali esse sono situate, sollecitano a raddoppiare di azione ed a vuotarsi del loro prodotto. Ma la deglutizione comprende il passaggio degli alimenti attraverso la cavità buccale, le fauci, le faringe e l'esofago.

I. Quando si tratta di spingere gli alimenti nelle fauci, la mascella inferiore si rialza, la bocca si chiude, i buccinatori e la lingua restringono la cavità buccale, ma il velo palatino lascia il passaggio libero. La lingua, la cui base presenta, nello stato di riposo, un piano inclinato all'indietro, fa concorrere altresì la sua parte anteriore alla produzione di questo piano, gli stilo-glossi rialzando la sua punta e facendo nascere così, sulla sua linea mediana, una gronda lungo la quale i liquidi scorrono. Ma, per far seguire la stessa strada al boccone alimentare, la lingua si applica alla volta palatina, dapprima mediante la sua punta, poi successivamente

mediante gli altri punti di sua superficie superiore, fin alla sua base. Ogni volta che quest'organo non presenta le sue condizioni normali, la deglutizione diviene difficile, od anche impossibile senza ausiliarii (1). Nel maggior numero degli animali, a ciò unicamente si limitano le sue funzioni.

II. Le fauci, o lo spazio situato dietro il velo palatino, la cui vòlta è formata dalla base del cranio, la parte inferiore dalla base della lingua, la estremità superiore della laringe ed il principio della parete esterna della faringe, finalmente, la parete laterale dalle branche ascendenti della mascella, è il sito in cui le vie alimentari s'incrocicchiano colle vie aeree, ove queste le aiutano nei loro movimenti, ove gli alimenti camminano colla maggior rapidità, ed ove finalmente essi passano poco a poco dal dominio dell'azione soggetta alla volontà in quello dell'azione che non riconosce lo impero di questa facoltà. I muscoli che vi si scorgono hanno l'aspetto e la tessitura dei muscoli volontari; i movimenti della base della lingua e del velo palatino possono altresì essere determinati dalla volontà, come sta in nostro potere di esercitare compiutamente quelli della deglutizione senza che abbiamo alimenti nella bocca; però Magendie fece vedere, non possedersi quest'ultima potenza se non in quanto evvi saliva da inghiottire; ripetendo molte volte di seguito il movimento della deglutizione, esso diviene sempre più difficile, e finisce col tornare assolutamente impossibile. Il movimento suppone adunque qui un corpo da far camminare, un oggetto esterno sul quale si esercita l'azione muscolare. Ora è questo il carattere dei muscoli involontarii. Infatti, ci riesce quasi impossibile di non inghiottire il boccone quando esso giunse dietro la base della lingua, e noi inghiottiamo involontariamente la saliva durante il sonno, la sincope, lo stato soporoso, pel solo fatto della reazione dei muscoli succedente allo stimolo della membrana mucosa, del pari che la deglutizione, sebbene essa costituisca un movimento complicatissimo, si effettua già tanto compiutamente nel bambino a termine che nell'adulto. In quanto all'atto stesso, esso consiste nel raccorciamento del canale, con avvicinamento della lingua portata all'indietro ed all'insù, del joide sollevato, della laringe diretta al dinanzi, e del velo palatino abbassato. Inghiottendo un grosso boccone, o durandosi fatica ad inghiottire, s'inchina la testa al dinanzi, all'oggetto di avvicinare maggiormente tutte queste parti le une alle altre.

1.° Il joide è tratto all'indietro dallo stilo-joideo, ma specialmente al dinanzi del genio-joideo, dal milo-joideo e dal digastrico. Bisogna a tale

(1) Haller, *Elem. physiolog.*, t. VI, p. 91.

oggetto che la mascella inferiore sia fissata, e specialmente che essa sia stata rialzata; per tal guisa la deglutizione risulta difficile ed incompiuta nelle fratture, nelle lussazioni e nella carie di quest'osso; essa lo è eziandio già allorchando si tiene la bocca aperta.

2.° Dopo che la base della lingua fu abbassata dai muscoli fissati al joide, all'oggetto di dirigere il nutrimento verso le fauci, quest'organo viene tratto all'indietro, per conseguenza raccorciato e ad un tempo sollevato dallo stilo-glosso, ed elevato all'incirca verticalmente dal glosso-palatino.

3.° Il velo del palato è un prolungamento della membrana mucosa che tappezza la vòlta palatina ed il pavimento delle fosse nasali. Rappresenta una piega formata di due lamine, tra le quali sono distesi alcuni muscoli, e si trova sospeso fra le cavità della bocca e le fauci, in guisa che la sua parte media pende sulla base della lingua, e le sue parti laterali, divise in due pilastri, vanno a raggiungere il pavimento di queste cavità. La sua parte superiore racchiude due paia di muscoli, i quali discendono dalla base del cranio, si riuniscono in un arco la cui concavità guarda all'ingìù, e lo tendono per traverso. Questi muscoli sono il petro-stafilino, che si reca obbliquamente all'ingìù ed al dinanzi, in guisa da trarre all'insù e per di dietro il velo del palato, di cui la parte superiore della faccia posteriore si trova così rivolta obbliquamente all'insù e per di dietro, e lo sfeno-stafilino, che, dirigendosi all'ingìù e per di dietro, porta il velo all'insù ed al dinanzi. I pilastri sono disposti come incastri, e di maniera che, quando si guarda il fondo della gola per l'apertura della bocca, l'anteriore lascia vedere il posteriore, che è più largo. L'anteriore discende verso la base della lingua, e contiene il glosso-palatino, il quale, sollevando la lingua ed abbassando il velo palatino, chiude il passaggio della cavità buccale alle fauci, ed attrae il pilastro verso la linea mediana tanto da porlo a contatto colla base della lingua; il posteriore discende verso la faringe; ed il muscolo faringo-palatino che contiene rimonta quest'ultima, nel tempo stesso che abbassa il velo del palato, e che, quando è fissato dai muscoli elevatori, ravvicina i due pilastri alla linea mediana, non lasciando fra loro che una stretta fessura in cui pende l'uvola. Tutte queste particolarità furono perfettamente descritte da Dzondi (1). Mentre i muscoli abbassatori sono in antagonismo cogli elevatori, il glosso-palatino e lo sfeno-palatino possono, per la loro azione simultanea, attrarre le parti al dinanzi, come il concorso del faringo-palatino e del petro-stafilino può

(1) *Die Functionen des weichen Gaumens*, Halle, 1831, p. 14.

portarle all' indietro. Quando il boccone tocca il velo palatino, questo è teso e portato alquanto al dinanzi dallo sfeno-stafilino, dopo di che, il glosso-stafilino entrando in azione, concorre colla lingua a spingere il boccone nelle fauci ed a impedirgli di retrocedere verso la cavità buccale. In seguito opera il faringo-stafilino, e, insieme col petro-stafilino, trae alquanto all' indietro il velo palatino, che, posto così obliquamente, separa la parte anteriore ed inferiore delle fauci dalla sua parte superiore e posteriore, impedisce gli alimenti di penetrare nelle fosse nasali, e li dirige verso la faringe. Essendo teso il velo palatino, non si può che con molta abitudine, ed inghiottendo lentamente, prevenire il passaggio del nutrimento nel naso. Ma Dzondi dimostrò chiaramente (1) che questo velo non si colloca orizzontalmente, come ammettevasi in addietro. L'ugola, che manca negli animali ad eccezione delle scimie, e la cui perdita, nell'uomo, non iscompiglia sensibilmente la deglutizione, sembra meno esercitare un' azione meccanica, che stimolare in tempo utile l' azione del velo palatino, mediante la propagazione della impressione, atteso che la sua situazione la espone per prima al contatto degli alimenti, e che in virtù della viva sensibilità di cui è dotata, essa si contrae istantaneamente. D' altronde, in certi uccelli, rettili e pesci, il velo palatino è in parte sostituito da denti o da spine cornee, le cui punte, dirette all' indietro, impediscono agli alimenti di ritornare sui loro passi.

4.° La laringe è attratta verso il joide dall' jo-tiroideo, ed ambidue sono quindi portati al dinanzi ed all' insù dal genio-joideo e dal milo-joideo. Risulta da ciò che i legamenti il cui uso è di fissare la epiglotta al joide ed alla cartilagine tiroide, e che la mantengono raddrizzata quando sono allo stato di tensione, si rilassano, sicchè basta già questa circostanza per far uscire la epiglotta dalla sua posizione verticale, come puossi comprovarlo, sopra un cadavere, respingendo dal basso in alto il joide e la laringe. Ma la epiglotta viene abbassata ancora maggiormente dalla base della lingua, la quale si ritrae verso di essa, e sotto della quale viene a collocarsi la laringe riportata al dinanzi. N° è la conseguenza che la glotta trovasi otturata, e che gli alimenti non possono nè introdursi nelle vie aeree, nè entrare in contatto colle labbra di quest' apertura, cui irriterebbero violentemente. Osservò Meyer (2) sopra sè stesso che la epiglotta, di cui egli aveva assaggiata la sensibilità con frequenti toccamenti, si abbassava durante la deglutizione. L' ascensione della laringe, determinata da siffatto

(1) *Ivi*, p. 44-66.

(2) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1814, t. III, p. 156.

abbassamento, accade senza la cooperazione della volontà ; possiamo appena impedirla quando portiamo un liquido nelle fauci, e se giungiamo a vincere la tendenza che la sollecita in modo cotanto imperioso, siamo colti da tosse, pel motivo che i labbri della glotta sono irritati dal liquido, o che essi ne lasciano penetrare una parte nella laringe. Pari cosa accade in diversi stati patologici della epiglotta (1). Così, quando siffatto coperchio fu distrutto dalla suppurazione, l'individuo non può, senza correre il rischio di cadere in asfissia, inghiottire gli alimenti solidi che sotto forma di globi, ned i liquidi altrimenti che mediante una cannuccia introdotta fin nella faringe (2). La epiglotta è molto ampia nei mammiferi che si tengono sempre o spesso nell'acqua ; nei cetacei, quest'appendice e la parte superiore della laringe rimontano talmente nelle fauci e verso l'orificio posteriore delle fosse nasali, che gli alimenti, anzichè passare disopra, sono costretti camminare lateralmente.

5.° Fece vedere Magendie (3) che la epiglotta non è indispensabile alla deglutizione nei mammiferi, e che il chiudimento della glotta può accadere per la sola azione dei muscoli di questa fessura. Alcuni cani ai quali esso aveva recisa o rialzata la epiglotta, non tardavano ad inghiottire senza fatica, mediante la cautela che usavano di applicare uno contro l'altro i labbri della loro glotta. Osservò egli altresì alcuni uomini nei quali la deglutizione si eseguiva facilmente in onta della mancanza della epiglotta, mentre la distruzione delle cartilagini aritenoidi e delle labbra della glotta la rendeva difficile ed imperfetta (4). Riscontrò pure che il muscolo crico-tiroideo solleva la parte anteriore della cartilagine cricoide verso la cartilagine tiroide durante l'ascensione della laringe, ciocchè rende la glotta obliqua dal dinanzi al di dietro (5).

6.° La glotta è adunque sempre chiusa durante la deglutizione ; nei rettili e negli uccelli, mediante i suoi muscoli otturatori soltanto ; nei mammiferi, dall'azione di questi muscoli ed in ispezialità dall'abbassamento della epiglotta. Ma siffatte disposizioni non impediscono che un poco di liquido possa penetrare nella laringe. I risultati di una discussione già esaurita in tale oggetto (6), e molte osservazioni raccolte dai moderni

(1) *Haller, Element. physiolog., t. VI, p. 89.*

(2) *Gerson, Magazin, t. XIII, p. 163.*

(3) *Mem. sull' uso dell' epiglotta. Parigi, 1813, p. 1-7.*

(4) *Magendie, Compendio elementare, t. II, p. 63.*

(5) *Magendie, Mem. sull' uso dell' epiglotta, p. 10. — E. Lauth, Memorie dell' Accad. reale di medicina. Parigi, 1835, t. IV, p. 95 e seg.*

(6) *Haller, Elem. physiol. t. VI, p. 89.*

(§. 903, I) provano che non proviene da ciò verun pericolo, sempre che la quantità del liquido non sia troppo considerabile.

È la respirazione interrotta durante la deglutizione; tuttavia, siccome l'ascensione della laringe ed il restringimento della glotta che l'accompagnano sono movimenti espiratorii, così permette essa di respirare alquant'aria, che esce allora pel naso. Quando si bevette lungo tratto, si pratica una profonda inspirazione; ma se inspirasi mentre si beve, per esempio, ridendo, tossendo o sternutando, s'inghiotte per traverso.

7.° La faringe ascende col joide e colla laringe. Inoltre, il faringo-palatino e lo stilo-faringeo la sollevano, ed il primo di questi muscoli l'attrae al dinanzi verso il velo palatino, sicchè viene davanti il boccone, per riceverlo. Però, nello stesso tempo, trovasi dessa allargata al dinanzi dalla procidenza della laringe, e sui due lati dall'azione degli stilo-faringei, che la sollevano simultaneamente dal dinanzi all'indietro, mentre che la sua parete posteriore si addossa alla colonna vertebrale.

III. Dopo aver ricevuto il boccone, la faringe incomincia a farlo discendere, restringendosi nella sua parte superiore: per tale oggetto, quelle delle fibre superiori dei suoi costrittori che prendono le loro inserzioni nella parete laterale della cavità buccale, nelle apofisi pterigoidi, nella mascella inferiore e nella base della lingua, si contraggono, mentre che la base della lingua si oppone a qualunque movimento retrogrado del boccone alimentare. Poi entrano in azione le fibre medie, quelle che s'inseriscono al joide, e le inferiori, quelle che sono fissate alla laringe; questa si abbassa, del pari che il joide, la lingua e le fauci, sicchè il boccone è spinto nell'esofago dai muscoli circolari, i quali contraggonsi sopra di esso. Il movimento era affatto volontario nella cavità buccale e misto nelle fauci; nella faringe, il movimento involontario diviene predominante, di maniera che, quando la deglutizione vi soffre alcune difficoltà, avuto riguardo al volume del boccone, uno sforzo volontario viene in suo soccorso, allungante il collo e raddrizzante la testa.

IV. Finalmente nell'esofago, la volontà non ha più veruna parte al movimento. Se un boccone vi si ferma, non può essere rispinto con uno sforzo volontario, e negli animali dotati di lungo collo, lo si vede camminare, senza che i muscoli esterni vi contribuiscano per nulla. Non è neppure la gravità che determini la progressione del bollo; giacchè nel cavallo che pascola, questo riascende nell'esofago contro le leggi della gravità, e l'uomo stesso può inghiottire colla testa bassa. I muscoli plastici, che soli qui operano, serbano, per una in tre ore dopo la decapitazione, la facoltà di muoversi sotto la influenza del

galvanismo (1); si rassomigliano adunque, sotto quest' aspetto, ai muscoli che ubbidiscono alla volontà; e di tutti i muscoli involontarii, sono quelli che, dopo le orecchiette del cuore, rimangono più alla lunga sensibili alla elettricità. Siccome i corpi solidi esercitano sopra di essi uno stimolo più gagliardo, l' affievolimento o la specie di paralisi di cui sono colpiti negli apopletici, non gli impedisce sempre d' inghiottire alimenti solidi, ma non permette loro mai di operare la deglutizione dei liquidi, sebbene questi ultimi giungano con maggior prontezza nello stomaco, e spesso accada loro, prima della morte, di discendervi producendo un rumore capace di essere udito.

1.° L' esofago, che sembra mancare in certi animali inferiori, per esempio, nei cirripedi, nel maggior numero degli acefali ed in alcuni insetti, il cui stomaco tocca immediatamente la cavità buccale, ha, nell' uomo, circa 9 pollici di lunghezza, sopra 8 linee di diametro trasversale, essendo le sue pareti anteriore e posteriore a contatto una dell' altra (2). Non si distende che quando riceve alimenti; lo stomaco degli annegati non contiene che l' acqua inghiottita prima della morte, giacchè questo liquido non vi penetra facilmente nei cadaveri. Negli animali che masticano poco o nulla, come i pesci, i rettili, gli uccelli, i mammiferi carnivori ed i ruminanti (3), l' esofago è in proporzione molt' ampio od estendibilissimo.

2.° Le fibre circolari dell' esofago lo restringono in tutti i punti situati sopra del boccone, sicchè desso abbraccia esattamente quest' ultimo ed è raccorciato sotto di questo. Pretende Magendie (4) che il bollo alimentare cammini lentamente, che impieghi talvolta due in tre minuti per giungere nello stomaco, che altra volta eziandio esso si arresti e riascenda alquanto; ma ciò non può applicarsi che a grossi bocconi. Quando gli alimenti sono caldi, il calore si fa sentire nello stomaco in capo ad alcuni secondi. Le bevande passano ancora più rapidamente.

3.° Trovò Magendie (5) che le fibre circolari si rilassano subito dopo essersi contratte nei due terzi superiori, ma che nel terzo inferiore, esse rimangono contratte per mezzo minuto circa dopo aver spinto gli

(1) *Nysten, Ricerche di fisiologia*, p. 345.

(2) *Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie*, t. I, p. 484. — *Blandin, nuovi Elementi di anatomia descrittiva*. Parigi, 1838, t. II, p. 160.

(3) *I ruminanti incominciano dall' inghiottire il foraggio che divisero soltanto grossolanamente.*

(4) *Compendio elementare*, t. II, p. 59, 64.

(5) *Ivi*, p. 20.

alimenti nello stomaco, sicchè in questo sito il canale è chiuso e renitente al tatto, finchè ad un tratto soffre un rilassamento, cui, d'ordinario, accade contemporaneamente in tutta la estensione di questo terzo inferiore, dopo di che avviene una nuova contrazione. Vide altresì Beaumont (1) che, quando l'uomo colto da fistola stomacale sopra cui furono praticate le sue osservazioni, aveva preso nutrimento, il cardia si chiudeva per 50 in 80 secondi, poi aprivasi di nuovo per ammettere altri alimenti. Del resto, Hallé riscontrò, in un caso analogo, che al momento in cui il boccone giunge nello stomaco, una porzione della membrana mucosa del viscere protuberava e forma cercine nell'interno del viscere, per effetto del raccorciamento delle sue fibre longitudinali (2).

4.° Il diaframma, contraendosi, rinserra inferiormente l'esofago. Ecco perchè il nutrimento non può giungere nello stomaco durante una forte inspirazione e perchè altresì la ripienezza della parte inferiore dell'esofago renda difficile la inspirazione.

2. MOVIMENTO DIGESTIVO.

a. Movimento dello stomaco.

§. 931. I. Lo stomaco, collocato alla estremità dell'esofago, riceve gli alimenti spinti per questo canale, e gli accumula, stante che la sua ampiezza li costringe farvi certo soggiorno. Gli alimenti si raccolgono dapprima nella porzione situata alla sinistra del cardia, quella che dicesi fondo di sacco, ed il cui diametro verticale, misurato dalla curvatura superiore alla inferiore, è di quattro pollici e mezzo; poi nella porzione media, il cui diametro è di tre pollici e mezzo a quattro, mentre quello della parte destra non ascende che ad un pollice e mezzo o due pollici. Lo stomaco degli erbivori e dei carnivori si allontana da queste dimensioni medie dello stomaco umano. Nei primi, l'organo ha una configurazione tale che il nutrimento è costretto soggiornarvi più alla lunga, giacchè il suo diametro verticale risulta più considerabile, il suo fondo di sacco più lungo, e la sua curvatura superiore più piccola, d'onde segue che il cardia ed il piloro sono più ravvicinati uno all'altro, e che la situazione del piloro, d'altronde più stretta, rende la uscita del chimo più difficile. Nei carnivori, all'opposto, lo stomaco ha meno la forma di un sacco che

(1) *Neue Versuche ueber den Magensaft*, p. 44.

(2) *Magendie, Compendio elementare*, t. II, p. 65.

quella di un otricolo incurvato, allargantesi poco a poco, poi restringentesi, sicchè il cardia ed il piloro occupano le due estremità opposte, e la curvatura superiore è più lunga, in proporzione.

1.° Il cardia è talmente chiuso, che neppure i gas ne escono spontaneamente: quando si prese troppi alimenti e che la digestione compiesi malamente, non si perviene a sollevarsi, mandando venti, se non in quanto si eseguiscano certi movimenti od usansi alcuni eccitanti diffusibili; nelle vacche che mangiarono troppo trifoglio, non avvi spesso altro mezzo che la puntura per rimediare alla distensione del rumine prodotta dal gas. Medesimamente, il tornasole da Viridet introdotto nell' esofago di animali viventi, non era arrossato dall' acido volatile dello stomaco (1). Il cardia non ha però fibre circolari cotanto robuste da agire come sfintere; ma l' esofago riempie, immediatamente questo ufficio, dopo avere spinto gli alimenti nello stomaco (§. 930). Secondo Magendie (2), la contrazione è tanto maggiore e più sostenuta quanto più pieno risulta lo stomaco; la inspirazione cresce altresì mediante la costrizione che il diaframma, abbassandosi, esercita sulla parte inferiore dell' esofago. Ma, anche in istato di riposo, questo condotto è talmente ristretto, in tutta la sua lunghezza, da fibre circolari, da non cedere esso che allo sforzo degli alimenti spinti dall' alto al basso. Un'altra circostanza può contribuirvi, ed è che quando lo stomaco trovasi riempito, il cardia forma un angolo coll' esofago. D'altronde, certi animali, tanto inferiori che superiori, presentano, al basso dell' esofago, ora alcuni restringimenti, ora certe doppiature trasversali od in ispirale, che possono ostare al ritorno degli alimenti.

2.° Il nutrimento è ritenuto eziandio nello stomaco dal piloro, il quale risulta ordinariamente chiuso durante la vita, sicchè l' aria stessa cui vi si spinge per l' esofago, in un animale vivente, non penetra nell' intestino se non dopo aver grandemente disteso lo stomaco (3). L' acqua che gli annegati ingojano innanzi di perire, non passa neppure nel tubo intestinale, e la occlusione del piloro si rinviene eziandio di frequente nei cadaveri (4), sebbene essa non vi sia tanto ordinaria come lo pretende Andral. È dessa in ispecialità evidentissima nei casi di pienezza del viscere, dappoichè Leveling, ad esempio, non potè pervenire a far passare una sonda attraverso l' apertura; solo può trionfarne l' azione vivente dello stomaco.

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 106.

(2) *Compendio elementare*, t. II, p. 78.

(3) Mayo, *Outlines of human physiology*, p. 123.

(4) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 261, 278.

3.° Lo stomaco vuoto riesce senza movimento e rinserrato dalla sua tonaca muscolosa; la membrana mucosa forma alcune doppiature di cui se ne trovò la prominenza di cinque in sei linee in un caso di fistola stomacale. La sua faccia interna è coperta da poco copia di mucosità, ed i suoi vasi, sinuosissimi, contengono poco sangue. D'altronde, non è desso tanto verticale e non ha la sua parete anteriore cotanto applicata sulla posteriore quanto lo si vede sul cadavere, giacchè la turgescenza vitale fa sì che le sue pareti siano arcuate, e che la sua grande curvatura non guardi direttamente il bacino, ma si rechi alquanto verso la parete addominale; direzione cui Weitbrecht giunse a dargli iniettandone i vasi (1).

4.° Gli alimenti ricevuti nello stomaco lo dilatano; la sua tonaca muscolosa aiuta la distensione, la mucosa si dispiega, e la peritoneale acquista un'ampiezza corrispondente pel dispiegamento simultaneo del grande e del piccolo epiploon. Oltre che concorrono a tale effetto l'accrescimento della turgescenza vitale, l'afflusso di maggior quantità di sangue nei vasi ed il loro raddrizzamento; la grande curvatura si colloca più al dinanzi di quanto lo è nello stato di vuotezza, pel motivo che essa risulta la parte più mobile del viscere, e che dessa non rinviene al dinanzi che parti molli, le quali le permettono procurarsi maggiore spazio da questo lato, mentre che il cardia ed il piloro, fissati all'esofago ed all'intestino, rimangono più all'indietro, dove la parete addominale non cede punto altrettanto, e servono in qualche guisa di perni attorno di cui operasi la torsione. Risulta da tutto questo che la parte superiore dell'addomine, in particolare la regione epigastrica, fa una protuberanza più visibile; la milza ubbidisce naturalmente alla torsione, ed assume una situazione più orizzontale; ma il fegato e l'intestino sono rispinti, sicchè, nel caso di ferita penetrante nel basso-ventre, esce una porzione più considerabile dell'ultimo di questi organi quando lo stomaco è pieno di quando esso risulta vuoto, come osservò, fra gli altri, Vater (2). Il diaframma, per ultimo, patisce un ricalcamento dal basso in alto, la qual cosa fa sì che la ripienezza eccessiva dello stomaco renda difficile, non solo la inspirazione e qualunque atto il quale richieda certo dispiegamento di energia dell'apparato respiratorio, come l'azione di chiamare ad alta voce, ma inoltre la corsa o qualunque altro sforzo muscolare.

II. Il movimento dello stomaco fu osservato immediatamente sopra molti animali assoggettati alla vivisezione, e sopra qualche uomo attaccato

(1) *Storia dell'Accad. delle scienze*, 1715, p. 233.

(2) *Philosophie Trans.*, t. XXXI, p. 89.

da fistole stomacali. È più lento e meno manifesto in certi animali che in altri. Inoltre, varia negli individui della stessa specie, non solo secondo lo stato di vuotezza o di ripienezza, ma inoltre nell'uno e nell'altro di questi due stati. Di quattro cani che Spallanzani (1) esaminò sotto tale aspetto, dopo aver fatto prendere loro degli alimenti, due glielo mostrarono evidentissimo, mentre che non ne vide veruna traccia negli altri due. Si presunse che esso avvenisse soltanto quando la cavità addominale veniva aperta, ed in conseguenza dell'azione stimolante dell'aria, ma puossi scorgerlo attraverso le pareti del corpo negli animali invertebrati trasparenti, ed Haller (2) lo riscontrò altresì nei mammiferi ai quali egli aveva dischiuso soltanto il petto. Si compone desso, come quello delle altre membrane muscolose, ora di un raccorciamento mediante le fibre longitudinali, ora di un rinserramento, con formazione di pieghe, mediante le fibre trasversali. Si osservò altresì che i punti i quali si contraggono diventano più grossi e più resistenti, mentre che quelli nei quali accade il distendimento si assottigliano e diventano più molli.

5.° L'applicazione degli eccitanti, durante la vita o poco tempo dopo della morte, sollecita in generale lo stomaco a muoversi, ma non vi eccita tuttavia movimenti tanto vivaci come quelli degli intestini. L'eccitazione della superficie esterna, mediante agenti chimici, come l'alcool, gli acidi minerali ed i sali metallici, determina alcune contrazioni e profondi solchi nel sito toccato, d'onde gli alimenti si trovano scacciati (3). La irritazione, mediante lo scalpello o l'ago, produce lo stesso effetto, ma, giusta le osservazioni dello Spallanzani, con alcune differenze individuali; il fenomeno verificossi sopra un animale il cui stomaco aveva già cessato di muoversi sopra gli alimenti contenuti nel suo interno, ed in un altro, il quale non ne aveva presentato dapprima veruna traccia; non lo si osservò neppure in altri ancora. La irritazione galvanica è quella che opera nella maniera più costante. Ne insegna Nysten (4) che, sopra certi cani ai quali egli aveva tagliata la testa, od estinta per qualunque altra maniera la influenza del cervello, l'attitudine a risentirla persisteva alquanto più alla lunga nello stomaco che nell'intestino, in generale al di là di mezz'ora, ma talvolta eziandio più di due ore dopo la morte. Una irritazione portata sulla faccia interna del viscere sembra essere dotata di una efficacia affatto

(1) *Opuscoli*, t. II, p. 635.

(2) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 273.

(3) *Haller*, loc. cit., p. 260.

(4) *Loc. cit.*, p. 344.

speciale, come comprovò Beaumont (1) introducendo una cannuccia di gomma elastica nella fistola dell' uomo che serviva alle sue osservazioni. Gli alimenti devono agire in pari modo; la qual cosa fa sì che il movimento cessi quando lo stomaco non contiene più nulla, e che una irritazione esterna ne ecciti uno men vivo della replezione mediocre del viscere. Più il nutrimento è solido, più altresì riesce desso eccitante, e con maggior forza si muove lo stomaco, giusta le osservazioni di Tiedemann (2) e di Eberle (3). Ma bisogna far entrare nel calcolo le proprietà chimiche degli alimenti; giacchè Helm (4) vide che dopo la ingestione di una bevanda spiritosa, gli alimenti restavano appena un' ora nello stomaco, ed uscivano per la fistola, qualunque fosse la cura colla quale applicavasi la fasciatura. D' altra parte, l' oppio paralizza quasi sempre la facoltà motrice dello stomaco (5).

6.° Varia molto la forza muscolare dello stomaco; generalmente parlando, essa è più considerabile quando gli alimenti sono di natura eterogenea e difficili a digerire, per conseguenza negli animali erbivori; prescindendo però da questa circostanza, essa dispiega altresì maggiore energia allorchando è costretta sostituire la masticazione, e scema tanto più il soggiorno degli alimenti, quanta maggior efficacia possiedono i succhi gastrici; ecco perchè dessa riesce più lenta nei pesci e nei rettili, in cui il nutrimento abbisogna di rimanere alla lunga nello stomaco per essere digerito. Uno stomaco destinato ad adempiere l' ufficio di una sorta di organo masticatore, ed a dividere gli alimenti solidi, si distingue per ciò che la sua cavità è meno spaziosa, la sua tonaca muscolare grossa, e la sua membrana mucosa fornita di produzioni cornee o calcari, ora di piastre agenti per pressione e confricamento, ora di punte che pungono e fanno l' ufficio di denti; negli acefali, vedesi sporgere nello stomaco, alla sua estremità, un pezzo calcare, sul quale si articola una piastra cartilaginosa portante tre punte. In molti gasteropodi, verbigrazia, le aplisie, ad uno stomaco puramente membranoso ne succede un altro muscoloso fornito di molte piastre cartilaginose ed appuntite, disposte in cerchio, le quali incontransi le une colle altre nei movimenti del viscere; avvi di più un terzo stomaco armato di punte ricurve. Alcuni pteropodi hanno egualmente denti cornei nel loro stomaco. In diversi anellidi, gli afroditi, ad esempio,

(1) *Loc. cit.*, p. 60.

(2) *Ricerche sulla digestione*, trad. di A. J. L. Jourdan, t. 1, p. 332.

(3) *Physiologie der Verdauung*, p. 153.

(4) *Zwey Krankengeschichten*, p. 13.

(5) *Haller, loc. cit.*, t. VI, p. 262.

lo stomaco è fortemente muscoloso, rivestito di un epitelio calloso, ed armato di denti cartilaginei. In tutti gli insetti che pigliano un nutrimento solido, come i coleotteri creofagi e lignivori, gli ortotteri ed i neurotteri, trovasi, al dinanzi dello stomaco propriamente detto, un vero ventriglio, fornito di pieghe e lamelle o di spine cornee. I decapodi, fra i crostacei, hanno, alla estremità del loro stomaco, un apparato speciale, che consiste in cinque pezzi calcarei armati di denti e mossi da muscoli. In molti uccelli, specialmente in quelli che vivono di materie animali, lo stomaco non ha che sottili membrane; è desso muscoloso all' opposto nei fitofagi, e singolarmente nei granivori, ove presenta due masse muscolose solidissime, composte di fibre raggianti, tra le quali non iscorgesi quasi tessuto cellulare, ed ove la sua faccia interna è tappezzata da uno strato cellulare, il quale, tratto tratto, si stacca e si rinnova. Quest'epitelio forma, in una specie di piccione delle Indie orientali, due escrescenze cornee, opposte l'una all'altra, tra le quali sono schiacciati i grani (1). Nella classe dei mammiferi, il pangolino ha lo stomaco diviso in due porzioni, una cardiaca, a pareti sottili, l'altra pilorica, molto muscolosa e fornita di epitelio calloso. Nei solipedi e nei porci, all' opposto, la sola porzione cardiaca presenta un epitelio tanto grosso come quello dell' esofago, ed a cui essa deve il suo colore biancastro. Nei carnivori, lo stomaco è uniformemente rossastro sopra tutta la sua faccia interna; ha un epitelio sottile e fibre muscolari deboli, sempre più forti però di quelle che rinvengonsi nell' uomo.

7.° Le esperienze tentate prima da Borelli e Redi, all' oggetto di determinare le forze del gozzo degli uccelli, furono ripetute con maggior diligenza da Reaumur. Questo fisico fece inghiottire ad una gallina pallottoline di vetro che soltanto un peso di quattro libbre poteva schiacciare; dopo tre ore trovaronsi ridotte in pezzetti (2). Alcuni tubi di latta, chiusi in ogni estremità da coperchio saldato, ed abbastanza forti per non piegarsi sotto una pressione minore di ottanta libbre, erano, dopo 24 in 48 ore di soggiorno nello stomaco di pollo d'India, gli uni appianati, gli altri ruotolati sopra sè stessi, con i coperchi deformati, o levati (3). Ventiquattro noci inghiottite da un pollo d'India erano schiacciate in capo a quattro ore, e lo stesso avvenne delle nocciuole inghiottite da un gallo (4). Vide egualmente

(1) *Storia dell' Ac. delle scienze*, 1752, p. 297.

(2) *Ivi*, p. 273.

(3) *Ivi*, p. 270.

(4) *Froriep, Notizen*, t. XXVII, p. 234.

Spallanzani (1) un soggiorno di tre ore nello stomaco di un pollo, ridurre piccole pallottoline di vetro in pezzi, od anche in una polvere fina; un granato, che rimase un mese intero nello stomaco di un piccione, aveva tutti i suoi angoli ottusi; evvi eziandio una specie di cincia il cui stomaco tritura le conchiglie delle lumache (2). Riconobbe Reaumur che quello delle anitre non ha bastevol forza per incurvare i tubi di latta, e Spallanzani (3) attribuisce una forza media agli stomaci, i quali, come quello delle cornacchie, non operano sopra i tubi di certa grossezza, ma disformano quelli che sono sottili (4). Lo stomaco dei buoi e dei cani (5) non operano neppur essi sopra questi strumenti giusta le esperienze del fisiologo italiano; piccoli tubi di legno sottili in modo da cedere alla minima pressione del dito, attraversarono il suo proprio canale alimentare senza esserne danneggiati; sopra 25 grani di uva matura, di pelle mollissima, 18 passarono egualmente intieri, lo stesso avvenne delle ciliegie e dei grani di uva non maturi. D'altronde, i jattro-matematici trovarono qui un campo libero pei loro calcoli. Così Pitcarnio, credendo che la forza dei muscoli dovesse corrispondere al loro peso, valutava quella dello stomaco dell'uomo a 12,951 libbre, giusta la proporzione fra il suo peso e quello del muscolo flessore del pollice, di cui Borelli stimava la forza a 3,720 libbre. Fracassini la portava a 117,088, e Wainewright a 260,000 libbre (6).

8.° Dal non poter il raccorcimento di una fibra muscolare andare al di là del terzo di sua lunghezza, si concluse che lo stomaco dei mammiferi, quand' anche sia maggiormente contratto, conserva tuttavia i due terzi di sua capacità. Però è ora mille volte comprovato che questo viscere abbraccia esattamente da ogni parte corpi eziandio piccolissimi, e siccome si vuota spesso compiutamente, scaccia dal suo interno aghi e grani, riduce in gomitoli i peli ed altre sostanze analoghe, così sembra suscettibile di rinserrarsi molto più in là dei limiti che gli si avevano assegnati (7). D'altronde, il suo movimento più vivace è quello che compiesi nella porzione ove esso è più stretto e più muscoloso, in conseguenza nei dintorni del piloro, ed in quella ove possiede maggior libertà, vale dire, nella sua grande curvatura.

(1) *Opere*, t. II, p. 405.

(2) *Storia dell' Ac. delle scienze*, 1752, p. 291.

(3) *Loc. cit.*, p. 457.

(4) *Loc. cit.*, p. 550-558.

(5) *Loc. cit.*, p. 632.

(6) *Haller, Elem. physiol. t. VI*, p. 274.

(7) *Ivi*, p. 262.

9.° Secondo Eberle (1), lo stomaco, dopo aver ricevuto alimenti, si rinserra dapprima sopra di essi in modo uniforme e continuo. Quando gli alimenti incominciano a rammollirsi ed a ridursi in pappa, la sua tensione diviene ineguale, ed allora puossi scorgere il suo movimento. E questo, generalmente parlando, calmo ed ondulatorio; progredisce dal cardia verso il piloro, e dal piloro al cardia. Talvolta eziandio, come osservò Tiedemann (2), i movimenti partono ad un tempo dalle due estremità dello stomaco, e si riuniscono alla parte media del viscere. I più ordinarii, quelli che partono dal cardia e vi ritornano, movimenti osservati da Haller (3), Spallanzani ed altri molti, furono altresì riscontrati da Beaumont (4); un termometro che questo medico introduceva nello stomaco, attraverso la fistola, descriveva ondulazioni, che duravano uno in tre minuti, dapprima lente, poi sempre più rapide secondo che inoltravasi la formazione del chimo; verso la fine, il movimento diveniva molto più forte, e si dirigeva maggiormente nel verso del cardia al piloro. Secondo Magendie, all'opposto, esso incominciarebbe nella porzione pilorica, vi rimarrebbe confinato finchè lo stomaco è pieno, nè si estenderebbe al di là se non quando il viscere comincia a liberarsi del suo contenuto, e comparirebbe nella porzione cardiaca solo nell'epoca in cui esso è quasi vuoto.

10.° Haller (5) ed altri videro spesso, nell'uomo e negli animali a stomaco semplice, questo viscere presentare, nella sua parte media, uno strangolamento che lo divideva in due metà, contenenti, nel castoro, una gli alimenti solidi non ancora digeriti, l'altra quelli che avevano già presa la forma liquida. Dappoi, Home pretese (6) che siffatta costrizione non avvenisse esattamente nella parte media, ma che sia ordinariamente più vicina al piloro durante la digestione, e (7) che il liquido si accumuli in ispecialità nella porzione cardiaca, mentre le sostanze solide si riuniscono nel piloro; locchè era evidentemente un andar troppo oltre. Tiedemann (8) ed Eberle (9) non hanno mai riscontrato questa separazione dello stomaco in due cavità, e Magendie assicura che le bevande non si rinvergono che nella regione pilorica e nella parte media del viscere. Non è però fuori di

(1) *Loc. cit.*, p. 52.

(2) *Ricerc. sulla dig.*, trad. di A. J. L. Jourdan, t. I, p. 333.

(3) *Elem. physiolog.*, t. VI, p. 276.

(4) *Loc. cit.*, p. 75.

(5) *Elem. physiolog.*, t. VI, p. 263.

(6) *Philos. Trans.*, 189, p. 139. — *Lectures on comparative anatomy*, t. I, p. 139.

(7) *Ivi*, p. 223.

(8) *Loc. cit.*, p. 332.

(9) *Loc. cit.*, p. 51.

ogni probabilità che l'azione delle fibre circolari diventi, in alcune circostanze, predominante in quest'ultima regione, dappoichè la costrizione fu di frequente osservata negli uomini rapiti da morte subitanea (1), specialmente in conseguenza di vomiti, non è raro che la insufflazione dell'aria la faccia sparire (2), e che un'osservazione di Beaumont, di cui avremo occasione di parlare più innanzi, sembra autorizzare a pensare che le cose talvolta realmente così accadano.

11.° Uno stomaco muscoloso, stretto e robusto, schiaccia e tritura gli alimenti; uno stomaco spazioso ed a pareti sottili imprime loro un movimento di andirivieni, li mescola insieme, del pari che col succo gastrico, ed in qualche guisa gl'impasta. Volendo giudicarne colla scorta dei movimenti che descrisse la parte sagliente al di fuori di un tubo introdotto nello stomaco da Beaumont, gli alimenti camminerebbero dal cardia verso il piloro lungo la grande curvatura, e dal piloro verso il cardia lungo la piccola curvatura. Allorquando il viscere abbraccia da ogni lato certa quantità di nutrimento, può altresì aggomitarla, giacchè Wilson riscontrò, nei conigli, alcune piccole masse sferiche di foraggio tra le doppiature del fondo di sacco. Questo fisiologo ed Eberle (3) assicurano che quando tutta la massa contenuta nello stomaco forma così una pallottola, ogni nuovo boccone che discende dall'esofago viene ricalcato nell'interno di questo, sicchè il nutrimento inghiottito per primo trovasi ricondotto alla superficie, fenomeno di cui essi dicono potersi convincersi mediante sostanze diversamente colorate. Tuttavia una operazione di questo genere non può essere ammessa se non in quanto i primi alimenti fossero già stati abbastanza rammolliti e ridotti in pappa per poter lasciarsi penetrare dalle sostanze ancora solide che vengono ad aggiungersi alla massa contenuta nell'organo. Trovò costantemente Beaumont (4) che gli alimenti presi a diverse epoche non tardavano ad essere mescolati gli uni cogli altri in modo uniforme.

12.° La cavità addominale è compiutamente riempita dai suoi organi e dalla secrezione del peritoneo; quindi avviene spesso che si trovi lo stomaco perforato, senza che il chimo ne sia sfuggito, pel motivo che la parete addominale, applicandosi immediatamente alla superficie del viscere, chiude l'apertura. In questa cavità, niun organo non può nè slocarsi, nè

(1) Mayo, *Outlines of human physiology*, p. 132.

(2) Voigtel, *Handbuch der pathologischen Anatomie*, t. II, p. 444-449.

(3) Loc. cit., p. 153.

(4) Loc. cit., p. 61, 75.

distendersi senza premere sugli altri, ed esercitando quest' azione sopra le parti che lo circondano, lo stomaco pieno di alimenti ne soffre una simile da lato di essi. Il diaframma lo ricalca dall'alto al basso e dal di dietro al davanti, durante la inspirazione; si vide, sopra un bue, il chimo ad essere slanciato in questa maniera ad alcuni passi di distanza da un' apertura praticata espressamente (1). I muscoli addominali sono una cintura che preme i visceri nella direzione verticale e dal dinanzi all' indietro; essi pesano sullo stomaco, del pari che il diaframma, e lo sollecitano a movimenti più energici, di maniera che la digestione di alimenti difficili ad attaccare può essere favorita volontariamente da inspirazioni profonde e da forti contrazioni dei muscoli addominali. Lo stomaco cede altresì ad una pressione esercitata dall' esterno, e perciò spesso lo si trovò in una situazione affatto diversa da quella che gli è naturale, nelle donne che avevano contratto, durante la loro vita, l' abitudine di stringersi troppo.

III. Verso la fine della digestione, quando la chimificazione è già molto avanzata, il movimento dello stomaco diviene più vivace, massime nella porzione pilorica, ove la forza muscolare possiede maggior energia, e da ciò risulta che il chimo trovasi obbligato di passare nell' intestino.

1.° A questo effetto, parte dal mezzo dello stomaco all' incirca, un energico movimento, il quale si propaga, attraverso il piloro, di cui le fibre longitudinali del viscere sormontano la resistenza, fin alla prima curvatura del duodeno, dopo di che ritorna sopra sè stesso, verso la parte media dello stomaco. Siccome questi movimenti si ripetono del continuo, non avvi che la estremità della massa chimosa, la quale si trovi portata tanto da lungi da poter rimanere nel duodeno; quella che retrograda è costretta rientrare nello stomaco; il chimo non cammina adunque che a piccole porzioni. Osservò Beaumont, sopra l'uomo che formava l'argomento delle sue osservazioni (1), che i movimenti espulsivi partivano dalle fibre circolari situate a tre o quattro pollici dall'estremità del piloro, e che queste fibre, alle quali esso dà il nome di legamenti trasversali, producevano allora una specie di strangolamento. Allorquando, verso la fine della digestione, egli introduceva la palla del termometro in questa regione, essa incontrava dapprima certa resistenza dovuta ad un principio di contrazione, ma che presto cedeva, e poscia era attratta di tre in quattro pollici verso il piloro, con certa forza, poi rispinta all' esterno con un movimento di torsione leggerissimo, il quale per altro giungeva talvolta fin a fargli descrivere una

(1) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 259.

(2) Beaumont, *loc. cit.*, p. 76.

rivoluzione intiera sopra sè stessa. Se lasciava libero lo stromento, lo vedeva penetrare fin a dieci pollici di profondità, in conseguenza molto addentro nel duodeno, e durava fatica allora a ritirarlo; ma, in capo ad alcuni minuti, il tubo usciva spontaneamente di tre in quattro pollici, e diveiva facilissimo ritirarlo affatto. Quando lo s'introduceva a sinistra del legamento trasversale, si poteva muoverlo facilmente per ogni verso, ed esso inclinavasi d'ordinario verso il fondo di sacco, senza tuttavia esservi attratto e rattenuto, come lo era dal lato destro. A destra, ogni movimento verso l'intestino durava circa 2 in 5 minuti; durante il movimento in direzione inversa, che persisteva per egual tempo, il legamento trasversale si rilassava, ed il chimo era spinto verso il fondo di sacco, ove presto riceveva di nuovo direzione opposta. Questi movimenti si ripetevano finchè lo stomaco fosse vuoto. La situazione dello stomaco pieno, che è tale da trovarsi il piloro nello stesso piano del duodeno, può contribuire a favorir la uscita del chimo, senza che debbasi per ciò considerarla quale circostanza essenziale. Allorquando la valvola pilorica si chiuse, diviene difficile il passaggio dall'intestino nello stomaco; i calcoli biliari si rinvencono di rado in quest'ultimo organo, ove la bile penetra tuttavia spessissimo.

2.° Il chimo esce dallo stomaco a porzioni, secondo che si forma, giacchè scema senza interruzione (1); solo la sua uscita riesce più lenta nel principio che quando gli alimenti furono affatto fluidificati (2). La digestione di quanto avvicina il piloro è eziandio più inoltrata di quella del rimanente.

b. Movimento dell'intestino.

§. 932. Il movimento degli intestini non accade soltanto dopo la morte o dopo l'apertura della cavità addominale; lo si scorge e lo si sente eziandio negli animali viventi (3); puossi eziandio osservarlo per la cavità pettorale, senza ledere nè il peritoneo nè le pareti del basso-ventre (4); finalmente, negli animali trasparenti, come i monocoli, lo si scorre attraverso il corpo.

1.° Esso non dipende dalla volontà; possiamo convincersene nei casi

(1) Beaumont, *loc. cit.*, p. 76.

(2) *Ivi*, p. 65.

(3) Eberle, *loc. cit.*, p. 310.

(4) Haller, *Elem. physiol.*, t. VII, p. 83.

di ferita penetrante nell'addomine o di ano artificiale. Niuno sforzo volontario può supplirla, nè, quand'esso non accade, determinare la minima evacuazione (1). Persiste allora eziandio che la parete addominale fu aperta; i muscoli del basso-ventre non ne sono adunque la condizione, sebbene esercitino della influenza sopra di esso, giacchè la loro pressione sollecita l'intestino a muoversi con maggior vivacità, e da ciò in gran parte dipende che l'esercizio, preso in tempo convenevole, favorisca la digestione. Quando si apre l'addomine di un animale scorgesi il movimento dell'intestino, dapprima debole, divenire più vivo e più forte. Così Krimmer (2), avendo levato ad un cane porzione dei muscoli addominali, non vide, attraverso il peritoneo, altro che un movimento piccolissimo del tubo intestinale; ma questo movimento divenne più vivace dopo l'apertura del sacco peritoneale, e quando gli intestini uscirono dal corpo esso acquistò maggior forza ed estensione. Tale effetto può in gran parte procedere dal cessare della pressione che esercitavasi sopra l'organo, ma la principal causa è la impressione stimolante dell'aria; giacchè, non solo il movimento dell'intestino diviene visibilissimo dopo che si spinse aria per la bocca o per l'ano, mentre dapprima non lo si scorgeva (3), ma inoltre si riconobbe, nei casi di procidenza degli intestini, che questi visceri entravano in turgescenza e si agitavano con movimenti vivacissimi dacchè levavasi la fasciatura protettrice, e che, se il loro movimento cessava dopo qualche tempo, essi rimanevano tuttavia alquanto turgidi (4). L'aria che ingojasi, o che si svolge dagli alimenti, deve dunque in generale determinare qualche stimolo. Anche gli alimenti eccitano; un intestino mediocremente pieno si muove con maggior vivacità e con tanta più forza, giusta le osservazioni di Eberle (5), che il chimo è più stimolante e più acido. La bile specialmente esercita grande influenza; se dessa risulta troppo abbondante, avvengono borborigmi e dichiarasi la diarrea; se sia insufficiente, evvi tardità di ventre. Nè sono neppur spoglie d'influenza le irritazioni meccaniche o chimiche, agenti sopra la superficie interna od esterna; si vide, ad esempio, le lozioni con vino caldo cagionare forti movimenti in porzioni d'intestino uscite dal corpo; in un caso analogo, le irritazioni meccaniche non ne determinavano che un lento ed appena sensibile, cui la galvanizzazione rendeva più gagliardo, e che acquistava

(1) Dupuytren, *Mem. dell' Accad. reale di med. Parigi*, 1828, t. I, p. 259.

(2) Horn, *Neues Archiv*, 1821, t. I, p. 237.

(3) Horn, *Neues Archiv*, 1821, t. I, p. 238.

(4) Rust, *Magazin*, t. XIX, p. 193.

(5) *Loc. cit.*, p. 310.

ancora maggiore energia quando toccavasi la superficie dell'organo con una dissoluzione di potassa.

2.^o Il movimento degli intestini si mostra più gagliardo nei mammiferi che nelle tre altre classi di animali vertebrati. Assicura Nysten (1) che non iscorre ordinariamente mica molto più di mezz'ora prima che si cessi di poter eccitarlo mediante il galvanismo; ma spesso altresì gli accade di persistere assai maggior tempo, anche senza applicazione di verun eccitante speciale, come puossi convincersene sopra quasi tutti i montoni sacrificati nei nostri macelli, e gli avviene eziandio talvolta di essere più forte dopo la morte di quanto lo era durante la vita (2), locchè Fontana attribuisce alla rottura dell'equilibrio tra le fibre muscolari ed il sangue, che è la conseguenza necessaria del cessamento della circolazione. Il punto col quale si pone a contatto un irritante, si contrae lentamente, ma quasi sempre in modo energico; d'onde risulta la formazione di certa fossetta, partendo dalla quale il movimento si propaga alle parti vicine, allorquando la eccitabilità è sufficiente. Spesso la contrazione giunge fino a cancellare intieramente la cavità (3), come non è cosa rara vedere una porzione d'intestino rinserrarsi in forma di sacco sopra corpi estranei, noccioli di ciliegia, ad esempio, e tenerli rinchiusi per gran tempo, o certa quantità di aria rimanere imprigionata fra due punti contratti (4). Del resto, il movimento è favorito nell'interno dalle secrezioni intestinali, sierose e mucose, all'esterno dalla secrezione sierosa del peritoneo; è desso tanto più libero esternamente, quanta maggior lunghezza possiede il mesenterio, e la costipazione accade quasi sempre quando gli intestini si sono agglutinati insieme per effetto di trasudazione.

3.^o Generalmente parlando, il movimento è irregolare, sicchè sembra dipendere fin a certo punto dalla volontà; esso talvolta s'interrompe, e ripiglia ad epoche indeterminate, senza causa esterna valutabile. Il suo corso non è uniforme, ma lo si scorge cessare in certo punto e ricominciare in altro punto più lontano. Si dirige esso ora dall'alto al basso, o da un lato all'altro, ed ora in direzione inversa. Ora è limitato ad un solo punto, ora è generale, ed in tal caso tutta la massa degli intestini gorgoglia come un mucchio di vermi. Rinserrando una parte del canale, le fibre circolari forniscono punti di appoggio alle fibre longitudinali, le cui

(1) *Ricerche di fisiologia*, p. 344.

(2) *Haller, Elem. physiol.*, t. VII, p. 84.

(3) *Ivi*, t. VII, p. 76.

(4) *Horn, Neues Archiv*, 1821, t. I, p. 243.

contrazioni raccorciano le porzioni vicine. Siccome sono queste ultime specialmente che si trovano lese ed irritate nel caso di ferita trasversale, e che perdono così i loro punti d' inserzione alle fibre circolari, esse raccorciandosi, e per ciò rovesciano dall' interno all' esterno i margini della ferita, che assumono l' apparenza di labbri. È tal fenomeno più evidente alla estremità superiore di un intestino tagliato per traverso, che alla estremità inferiore. Lo si scorge altresì negli ani artificiali. Allorquando una porzione d' intestino è dilatata, la porzione raccorciata che viene immediatamente dopo, può, se dessa sia ad un tempo rioserrata, impegnarsi nella precedente e chiuderla compiutamente.

4.° Il chimo viene spinto dai due lati da ogni punto di cui le fibre circolari operano la costrizione, atteso che le fibre longitudinali delle parti limitrofe raccorciano queste ultime, le conducono all' incontro di esso e ve lo fanno così passare. La contrazione delle fibre circolari si propaga ondulatoriamente dal basso in alto come dall' alto in basso; segue da ciò che una parte del chimo è costretta retrogradare, locchè ne ritarda la evacuazione, prolunga la digestione, e la perfeziona; però il movimento dall' alto al basso supera l' altro. Nei siti in cui l' intestino si piega, massime in modo repentino e sotto un angolo più o men chiuso, la progressione soffre qualche ostacolo; essa non ritorna libera che quando le fibre longitudinali del lato convesso raddrizzarono la parte raccorciandosi. La pressione che il chimo soffre da ogni lato ha per risultato di agitarlo, di renderne il miscuglio più intimo e di mescolarlo inoltre coi liquidi separati. Quest' effetto, congiunto al movimento progressivo ed allo sviluppo di gas che talvolta accade, è la causa del rumore che odesi allorquando applicasi il proprio orecchio al ventre di un uomo in cui la digestione progredisce attivamente. Siccome il rinseramento delle pareti affonda le pieghe e le villosità nel chimo, ponendole con esso a più intimo contatto, deve per certo favorire eziandio l' assorbimento, e non solo spreme il muco dalle sue critte, ma inoltre aumenta la secrezione del succo intestinale, giacchè il movimento attiva in generale le secrezioni, e si vide quella stessa della tonaca peritoneale divenire più abbondante, in certi casi nei quali porzione d' intestino era uscita dall' addomine (1).

5.° La porzione superiore od orizzontale del duodeno entra in azione ad un tempo colla porzione pilorica dello stomaco, sicchè alternativamente il movimento si propaga dallo stomaco al duodeno, poi dal duodeno allo stomaco. Siccome quest' intestino non è da ogni lato tappezzato

(1) *Rust, Magazin, t. XIX, p. 195.*

dal peritoneo, ma all'opposto trovasi fissato alle parti vicine per una tonaca cellulosa, e che in conseguenza non possiede tanta libertà quanto il resto dell'intestino mediano, siccome, inoltre, esso sorpassa quest'ultimo in ampiezza, e descrive due curvature quasi ad angolo retto, deve, in onta della forza della sua tonaca muscolosa, rattenere il chimo durante un tratto di tempo proporzionalmente più lungo.

6.° La valvola ileo-colica è la estremità dell'intestino mediano, che la lunghezza men considerabile delle sue fibre longitudinali costringe insinuarsi nel principio dell'intestino anale, e le cui labbra sono costrette, dalla pressione delle materie contenute nel cieco, ma specialmente nel colon, di applicarsi davanti l'apertura, sicchè, generalmente parlando, nulla può rifluire dal terzo intestino nel secondo. Il colon non è tanto mobile quanto l'intestino mediano, atteso la brevità della lamina esterna del suo mesenterio; la sua ampiezza e lo scarso sviluppo delle sue fibre circolari fanno altresì che esso spinga con maggior lentezza le materie contenute nel suo interno, e che queste possano soggiornare per alcun tempo nei suoi anfratti.

3. MOVIMENTO DI EJEZIONE.

§. 933. I. Tra gli animali inferiori che non prendono, come i vegetali, altro che nutrimento liquido, per esempio, i vermi trematodi e cistici, avviene molti tra i quali e le piante trovasi ancora quest'altro punto di contatto che le sostanze rimaste inassimilabili escono dal loro corpo allo stato fluido, e continuamente, per conseguenza eziandio in modo insensibile. In tutti gli altri animali, il nutrimento lascia un residuo palpabile, la cui evacuazione compiesi soltanto in maniera continua, e che esce, sotto forma di escrementi, per un atto temporario di ejezione. Però il canale intestinale è inoltre il ritrovo di materie escrementizie, separate dalla massa del sangue, di cui le une vi si depongono a cert'altezza, per contribuire inoltre alla digestione, mentre le altre giungono soltanto nell'intestino anale, per essere espulse mediante la via più breve. Quest'ultima categoria comprende la orina ed il prodotto della generazione, oltre diverse secrezioni che rinvengonsi specialmente in alcuni animali senza vertebre, ma di cui si conosce pochissimo la natura e gli usi. La estremità del canale digerente forma adunque, colla uscita degli apparati orinario e genitale, la sfera propriamente detta di ejezione dell'organismo, sfera la quale, nei primi gradini della organizzazione, negli animali inferiori (§§. 124, 563, III, 804, 6.°) del pari che nell'embrione (§§. 447, 451, 455), trovasi

più o meno riunita in un solo organo. Ad un grado più elevato, scorgesi una linea di separazione più precisa fra gli apparati che la costituiscono; e sebbene gli organi genitali ed orinarii abbiano tuttavia una uscita comune (§. 138), la estremità del canal intestinale acquistò un'apertura che propriamente gli appartiene. Ma tutti questi organi rimangono collocati gli uni a lato degli altri, uniti insieme per legami organici e simpatici, e la eiezione che si riferisce alla generazione (§§. 282, 5.°, 6.°, 7.°; 483, III; 484) compiesi esattamente nella stessa maniera di quella che concerne gli escrementi e la orina. Infatti, ogni organo ottenne muscoli plastici che gli sono proprii, e che, indipendentemente dai rami di cui vanno debitori ai nervi simpatici, ne ricevono altri dalla estremità inferiore della midolla spinale, per guisa che il loro stato esercita certa impressione più vivace sopra la sensibilità generale, e che per ciò sollecita la volontà ad alcuni atti, i quali vengono in aiuto dell'azione dei muscoli plastici. La periferia animale, in cui si trova da esercitarsi la manifestazione della volontà, è qui la parete della cavità addominale, che opera simultaneamente dall'alto al basso, dal basso in alto e da un lato all'altro, alla maniera di soppressa o di torchio. Il diaframma, abbassandosi, ricalca i visceri all'ingìù; i muscoli addominali, facendo l'ufficio di cintura, li comprimano lateralmente, dall'esterno all'interno e dal dinanzi all'indietro; la base finalmente presenta non solo alcune espansioni legamentose, ma inoltre i muscoli elevatori dell'ano, le cui fibre convergenti si recano dai margini del distretto inferiore del bacino all'interno ed all'ingìù verso il retto, e le cui contrazioni, sollevando gli organi pelvici che posano sopra di essi, innalzano il retto, il fondo della vescica, le vescichette seminali e la vagina.

II. Nella eiezione dell'intestino, la volontà compie ciò che il movimento plastico ha incominciato. Essa opera adunque qui in direzione inversa di ciò che pratica nella ingestione. Le due estremità del canale alimentare hanno certa analogia una coll'altra; mentre che la vita animale ascende nell'una fin alla sensibilità sensoriale ed al movimento volontario, essa non presenta, nell'altra, che certa sensibilità generale sviluppatissima, con un movimento semplice e ridotto ad effetti puramente materiali. Quindi, il retto, che rammenta l'esofago stante il maggiore sviluppo delle sue fibre longitudinali, si estende fin all'ano, e gli sfinteri dell'ano, che corrispondono al muscolo orbicolare delle labbra, non ubbidiscono già tanto pienamente come essi alle decisioni della volontà. Ma, nella guisa stessa che, in certi animali, la bocca si allunga in tromba, così l'ano si prolunga talvolta in tubo, per esempio, in alcuni acefali, e mentre che, nell'uomo, l'organo eiettore mascolino della orina e del liquido seminale

si appalesa all' esterno sotto forma di cilindro analogo, la protuberanza delle natiche rigetta l' ano più all' indietro di quanto lo è negli animali.

1.° Le materie spinte dal colon si riuniscono nel retto, la cui estremità inferiore risulta leggermente increspata per la costrizione degli sfinteri, che ne ottura eziandio l'apertura. Lo sfintere interno si compone di fibre circolari plastiche, accumulate le une sulle altre; la sua vitalità lo mantiene in uno stato costante di contrazione, e solo al momento della morte si rilassa tanto da permettere la uscita di certa quantità di escrementi, giacchè le lesioni della spinal midolla non influiscono sopra di esso. L' esterno, all' opposto, si avvicina maggiormente ai muscoli soggetti alla volontà, e puossi impedire alle materie di uscire rendendo le sue contrazioni più energiche. Lo sfintere interno si rinserra maggiormente quando soffre un' eccitazione meccanica, la qual cosa fa sì che esso comprima il dito introdotto nell' ano per esplorare il retto, e che chiuda con maggior forza l' apertura di quest' ultimo intestino, allorquando accumularonsi materie fecali nella sua parte inferiore. È il retto suscettibile di considerabile estensione, atteso che le sue fibre trasversali non formano un anello chiuso, non ha tonaca peritoneale che lo imprigioni da ogni lato, e si attiene soltanto mediante tessuto cellulare lasso e carico di grasso agli organi vicini, i quali, essi stessi sono molli e cedono con facilità. Quindi lo si trova spesso disteso alla maniera di sacco, sicchè non torna molto verisimile che le materie escrementizie non vi discendano dalla S del colon che al momento stesso della evacuazione, come pretese O' Beirne (1). Fonda questo scrittore la propria opinione sul trovarsi ordinariamente il retto vuoto quando si somministra un clistere od introduce si una sonda, e sul non riscontrare questa escrementi che a sei od otto pollici al disopra dell' ano. D' altronde, la S del colon deve, quando è vuota, pendere nel bacino, davanti e lungo il retto, e, quando essa è piena, riascendere nella fossa iliaca sinistra. Siccome questa porzione del colon non possiede nervi rachidici puri, così torna difficile crederla capace di procurare la coscienza del bisogno di evacuazione. D' altronde, la ipotesi di O' Beirne non è confermata dalle aperture dei cadaveri.

2.° Allorquando la estensione giunse a certo grado, le materie escrementizie operano come uno stimolante sopra i muscoli del retto. Il bisogno che da ciò risulta si riproduce ordinariamente ogni 24 ore, ed il più spesso nella mattina, dopo lo svegliarsi (§. 597, 9.°). Assume volentieri un tipo

(1) *Medico-chirurgical review*, t. XIX, p. 1. — *Giornale univ. ebdomadario di medicina*. Parigi, 1833, t. XIII, p. 126.

periodico, il quale fa sì che l'abitudine di presentarsi alla seggiola ad un'ora determinata diventi un preservativo contro la stitichezza. Il retto trionfa della resistenza degli sfinteri spingendo gli escrementi verso l'ano mediante il suo movimento propulsivo dall'alto al basso, che è tanto potente da osservarsi spesso alcune egestioni negli animali stessi ai quali si aperse la cavità addominale. È, d'altronde, la sua azione che determina sempre siffatta evacuazione, la quale, in sua mancanza, non può essere prodotta da veruno sforzo della volontà, come torna impossibile impedirla nei casi di esaltazione insolita della irritabilità del retto o del movimento intestinale.

3.° La irritazione cagionata dagli escrementi opera nello stesso tempo sopra la vita animale, e cagiona un sentimento affatto particolare di gravità, il quale non si sviluppa già poco a poco, come quello della fame, ma avviene generalmente ad un tratto, e fa nascere il bisogno di aiutare la uscita delle materie irritanti mediante un movimento volontario. Questo suppone che gli escrementi siano bastevolmente stimolanti, e che il retto pure posseda bastevole eccitabilità. In quanto al primo punto un nutrimento poco abbondante e scipito, una bile acquosa ed in iscarsa copia, rendono pigro il ventre. D'altro lato, lo stesso effetto risulta dalla mancanza d'irritabilità e si osserva per conseguenza nell'età avanzata, negli individui dotati di temperamento flemmatico e di sensi ottusi. La grande contenzione dello spirito impedisce di sentire il bisogno di evacuare l'alvo, e quando l'azione di tal causa si rinnovi di frequente, la irritabilità del retto si ottunde sempre più, sicchè finisce collo stabilirsi un'ostinata stitichezza. Ma se non è per effetto di una derivazione che la vita animale trovisi sviata dall'apparato digerente, se le avviene soltanto di non godere per anco di grande influenza, come nell'embrione (§§. 471, 533), o di non essere giunta al suo punto di maturità, come in alcune larve d'insetti (§. 379, 2.°), o finalmente di soffrire certo istantaneo sospendimento, come durante l'intormentimento invernale (§. 611, 5.°), non sonvi egestioni, quantunque la ripienezza del retto dimostri che i muscoli plastici dell'intestino non cessarono di agire. Si videro d'altronde, anche nell'uomo, alcuni esempi di costipazione prolungata per molti mesi (1).

4.° Durante i primi tempi che succedono alla nascita, lo stimolo del retto è prontamente seguito da egestioni, sollecitate dalla reazione organica della midolla spinale. Ad epoca più inoltrata della vita, siffatte evacuazioni riconoscono per causa determinante la volontà che incomincia ad svilupparsi, ed allora diviene possibile, in onta del bisogno che se ne fa

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. VII, p. 187.

sentire, di resistervi per l'azione dello sfintere esterno dell'ano (§. 542). Si giunge talvolta per siffatta maniera a far cessare una diarrea leggera, quantunque gli escrementi liquidi siano più irritanti di quelli che hanno certa consistenza. Sembra essere coll'indebolire la midolla spinale che lo spavento scemi l'attività del retto, e specialmente del suo sfintere esterno al grado di metterlo nella impossibilità di opporre la minima resistenza allo sforzo che si esercita sopra di esso dall'alto al basso. Ma l'esaltamento morboso della irritabilità, che dipende da una lesione idiopatica di quest'intestino, verbigrazia, dalla sua infiammazione, o dal rimbalzo simpatico sopra di esso di affezione di qualche altro organo di eiezione, per esempio, della vescica irritata dalla presenza di un calcolo, induce il tenesmo, che consiste nel patire il bisogno di presentarsi alla seggiola senza che sianvi escrementi da espellere.

5.° In generale, bisogna, per vincere la resistenza degli sfinteri, che la contrazione dei muscoli addominali, sollecitata dalla volontà, venga in soccorso del movimento vermiforme degli intestini. Il diaframma, premendo i visceri del basso-ventre, ricalca altresì il retto verso l'ano. L'azione delle pareti addominali è talmente sensibile che le grida, nei bambini, e, nell'adulto, i violenti sforzi resi necessari dalla costipazione, possono apportare la caduta del retto, e che una forte inspirazione è capace di cagionare non solo quest'accidente, ma eziandio la procidenza di qualunque altra parte del tubo intestinale che si apre all'esterno mediante un ano artificiale. L'elevatore dell'ano opera dal basso in alto; come antagonista degli sfinteri, esso disgiunge lateralmente le pareti del retto, nel tempo stesso che solleva alquanto quest'intestino.

6.° Essendo l'ano aperto per tutte queste cause riunite allo sforzo delle materie escrementizie stesse, che assumono la forma a tal uopo convenevole, il retto può terminare la deiezione mediante la sua propria forza motrice; le contrazioni dei muscoli addominali possono però eziandio contribuire a favorirla, continuando ad esercitarsi. L'abbondante secrezione mucosa che accade in quest'intestino, la rende più agevole. Del resto, il raccorciamento delle fibre longitudinali determina, in molti animali, anche invertebrati, il rovesciamento del retto che rammenta un fenomeno analogo cui scorgesi di frequente nella ingestione del nutrimento (§. 926, 6.°).

III. L'urina si accumula nella vescica, tanto perchè le fibre circolari dell'orificio del viscere, agenti come sfintere, ed il muscolo trasversale della uretra le impediscono di fluire, come pel motivo che il corso obliquo degli ureteri attraverso le pareti vescicali non le permettono di rifluire verso i reni. Dopo la morte, che estingue ogni azione muscolare, una

pressione esercitata sulla vescica fa passare facilmente il liquido che essa contiene nell' uretra, ma la disposizione meccanica della membrana mucosa davanti gli orificii degli ureteri non permette che la urina sia ricalcata in questi condotti. La vescica può contenere più di mezza libbra di urina, ma può acquistare un' ampliazione considerabile, alla quale gli ureteri, non potendo più vuotarsi, finiscono col prendervi parte.

1.° La vescica ricevendo nervi rachidici, la irritazione risultante dal suo distendimento mediante la urina, esercita, sopra la sensibilità generale, una viva impressione, che induce, come effetto reazionario, la contrazione dei muscoli addominali e del diaframma. Questi muscoli, facendo pesare la massa intestinale sopra le sue facce superiore e posteriore, la rispingono dall' alto al basso e dal di dietro al dinanzi, verso il pube, nel tempo stesso che il pavimento del bacino la ricalca dal basso in alto.

2.° Col soccorso di siffatta pressione, i muscoli plastici della vescica, in particolare le sue fibre longitudinali, trionfano della resistenza dello sfintere, e cacciano la urina nell' uretra. Si vedono talvolta, nelle vivisezioni, determinare la uscita del liquido mediante i soli loro sforzi, ed allora eziandio che la cavità addominale è aperta.

3.° Quando la vescica non spinge più urina nell' uretra che cedette alla sua impulsione, il canale si rinsera alla sua volta per estrarre il resto del liquido; a tale effetto, la sua porzione membranosa è compressa dall' alto al basso dal muscolo uretrale trasverso, e dal basso in alto, del pari che sui lati, dal pubo-uretrale, mentre la sua porzione spugnosa lo è dal basso in alto mediante il bulbo-cavernoso.

§ 34. Il movimento del canale digerente procede ovunque alternativamente dalla bocca all' ingiù, e dal basso verso la bocca. Di queste due direzioni, la prima predomina d' ordinario, di maniera che il nutrimento attraversa il condotto intiero, soffrendo soltanto un poco di fluttuazione. Sonvi però alcune organizzazioni e certi stati della vita nei quali la seconda supera l' altra.

I. Evvi tendenza alla eiezione per l' insù, o per la bocca, quando una parte del nutrimento, invece di continuare a discendere, retrograda verso un punto del canale digerente cui essa aveva già attraversato.

1.° Questo effetto è prodotto, in alcuni insetti, da disposizioni permanenti nell' organismo, e mediante vie speciali. Infatti, nella *cicada orni* e nella *cercopis spumaria*, il nutrimento, introdotto per l' esofago, fluisce dallo stomaco in un condotto particolare, il quale lo riconduce allo stomaco, d' onde questa volta esso passa nell' intestino, il cui orificio è più prossimo all' esofago delle due aperture di questo condotto.

2.° Siccome gli alimenti dei ruminanti contengono poca materia alibile, questi animali sono costretti prenderne gran quantità, e siccome le sostanze vegetabili sono difficili ad assimilarsi, torna loro indispensabile assoggettarli a prolungata masticazione. Ma, per ottenere riposo, essi non tralasciano di masticare quando pascolano, non fanno che accumulare nel proprio stomaco gli erbagi tagliati dai denti incisivi della loro mascella inferiore, cui in seguito fanno a piacere riascendere nella loro bocca, all' oggetto di realmente triturarli. L' esofago conduce ai tre stomachi rappresentanti la porzione cardiaca dello stomaco degli altri animali; ma la sua estremità inferiore è divisa da due protuberanze longitudinali, le quali, toccandosi coi loro margini, formano un canale destinato specialmente a far passare le bevande nel terzo stomaco (il foglietto), mentre gli alimenti solidi, massime i grossi bocconi, le disgiungono, e producono così una gronda conducente nel primo stomaco (rumine) e nel secondo (reticolo). Il rumine non è, propriamente parlando, che un serbatoio, ed agisce poco sul foraggio. Il centi-pelle si muove vivamente; la contrazione delle sue maglie riduce gli alimenti in piccole pallottole, cui fa passare una dopo l' altra, per la gronda, nell' esofago. Questo, fortemente muscoloso, le riconduce prestamente, una per una, nella bocca, ove la base della lingua si abbassa ed il velo-palatino si solleva per riceverle. Tale movimento retrogrado è favorito dall' azione dei muscoli addominali, del pari che da quella del diaframma, nei cervi specialmente, ove ha l' apparenza di violento rigurgito; infatti, ad una profonda inspirazione succede una energica espirazione. Tuttavia la volontà propriamente detta non prende maggior parte alla produzione del fenomeno di quello che al compimento della respirazione; gli animali cessano bensì di ruminare dacchè la loro attenzione si rivolge sopra un oggetto qualunque; ma ciò non è che una derivazione dalla periferia animale, che abbandona la sua influenza sulle funzioni plastiche, per riportarsi sopra la vita sensoriale. Il foraggio masticato e rammollito viene inghiottito di nuovo e, come le bevande, trasmesso per una metà dall' esofago al foglietto od omaso, d' onde giunge finalmente nel quaglio od abomaso.

3.° Certi uomini, dopo essersi esercitati ai movimenti necessari per produrre questo fenomeno, possono operare a piacere il rigurgitamento, vale dire ricondurre dallo stomaco alla bocca i liquidi separati dal viscere ed il nutrimento che essi vi hanno introdotto. Incominciano coll' inspirare, poi contraggono i muscoli addominali, od anche appoggiano la mano sulla regione epigastrica; dopo qualche tempo la loro bocca si riempie (1).

(1) Magendie, *Compendio elementare*, t. II, p. 137.

Se lo stomaco è vuoto, il succo gastrico che ascende è spesso mescolato di bile, locchè sembra annunciare essere il piloro il punto di partenza del movimento. Questo effetto accade talvolta senza il concorso della volontà. Tale è il caso dei bambini poppanti, nei quali il latte ritorna di frequente in bocca, senza causa di malattia, senza essere accompagnato da sforzi, senza che niuna cosa annuncii un vero vomito, e pel solo fatto della troppa ripienezza dello stomaco, a cui gli organi della deglutizione cedono in modo affatto passivo. Il rigurgitamento abituale, o la ruminazione, nell'uomo, consiste in ciò che dopo un tratto di tempo più o men lungo dopo il pasto, gli alimenti ascendono alla bocca senza sforzo, e quasi sempre senza nausea, per essere inghiottiti di nuovo. Non di raro la infermità si accompagna di fenomeni morbosi, per esempio di dolori di stomaco e di digestione laboriosa. In un caso, essa cessò dopo che l'individuo evacuò vermi; in altri due, Decasse (1) trovò lo stomaco in suppurazione. Spesso nondimeno, la sanità non ne patì verun alteramento; pari cosa verificavasi, ad esempio, in un uomo osservato da Ratier (2); mezz'ora circa dopo ogni pasto, costui soffriva certa tensione alla regione epigastrica, e gli ritornava in bocca un boccone di alimenti, che rediscendeva dopo qualche istante, seguito presto da altri, finchè il pasto intiero avesse percorso il doppio tragitto. Lo stesso accadeva in una donna di cui parla Elliotson (3), e che ruminava fin dalla sua più tenera infanzia. Si danno eziandio certi casi nei quali il rigurgitamento costituisce una condizione di ben essere; un giovane robusto, che vi era sottoposto fin dall'età di nove anni, comportava dolori di stomaco, per detto di Riche (4), ogni volta che cercava impedirlo, e Decasse parla di un settuagenario, ruminante fin dalla sua giovinezza, il quale cadeva malato quando fermavasi tale insolita funzione. In alcune di queste persone, trovossi uno sviluppo straordinario della tonaca muscolare dell'esofago (5), che, verisimilmente, era piuttosto il risultato che la causa della ruminazione. Presume Heiling (6) che questa sia dapprima volontaria, e che poco a poco degeneri in abitudine; tuttavia niuna cosa giustifica la sua ipotesi, che sembra d'altronde spoglia di ogni verisimiglianza, allorchando si rammenti che gli uomini che ruminano assicurano non trovare gusto piacevole negli alimenti che loro ritornano così in bocca.

(1) *Froriep, Notizen*, t. XLVII, p. 95.

(2) *Ivi*, t. XXXIX, p. 57.

(3) *Ivi*, t. XLV, p. 337.

(4) *Archivii generali*, t. XVII, p. 266.

(5) *Voigtel, Handbuch der pathologischen Anatomie*, t. II, p. 517.

(6) *Ueber das Wirderkauen bei Menschen*. Nuremberg, 1823, p. 16.

4.° Un movimento retrogrado od antiperistaltico, accade negli animali sopra un punto del tubo intestinale al quale applicossi un'allacciatura, e nell'uomo in certe circostanze che ostano alle egestioni alvine. Vedesi allora uscire pel vomito le materie escrementizie, ed anche i liquidi introdotti sotto forma di clisteri.

II. Se esistono alcuni animali inferiori, i quali aspirano l'aria o l'acqua per l'ano (§. 966, 5.°), in altri, la bocca serve alle egestioni.

1.° Lo stesso uomo, in istato di sanità, tramanda talvolta aria per la bocca, ciò che costituisce la eruttazione. I gas che svolgonsi dagli alimenti si riuniscono, in virtù della loro leggerezza specifica, nella parte superiore dello stomaco, di cui le contrazioni gli spingono all'insù, quando l'esofago è rilassato. Il diaframma ed i muscoli addominali hanno qualche parte in tale fenomeno, giacchè possiamo accrescere o diminuire, accelerare o ritardare la eruttazione; ma non ci è dato determinarla quando essa non è già sul punto di stabilirsi da sè stessa, la qual cosa prova dipendere dessa essenzialmente da uno stato attivo dello stomaco.

2.° Il reflusso degli alimenti verso la bocca per un'azione muscolare complessa, od il vomito, è un fenomeno normale negli animali privi di ano, come i polipi, le attinie, le asterie, le meduse. Qui i residui non digeriti del nutrimento non possono essere espulsi dal corpo altro che per un movimento retrogrado. Il vomito è pur normale in molti pesci ed uccelli, i quali rigettano in tal maniera soltanto le parti più indigeste degli animali da essi inghiottiti, ossi, squame, guscio, penne, peli, spesso riuniti in gomitioli. Alcuni insetti vomitano, per effetto della paura, il nutrimento cui presero, o sprizzano sui loro nimici il succo acre separato dal loro stomaco; è il vomito adunque un mezzo di difesa per questi ultimi. In altri, ed in molti uccelli, esso si riferisce alla riproduzione (§. 518, 6.°).

3.° È il vomito sempre anormale nei mammiferi. Ha per precursori, nell'uomo, le nausee, certo sentimento affatto particolare alla regione epigastrica, la oppressione, l'agitazione, la piccolezza del polso, il pallore della faccia, un freddo generale, il tremito del labbro inferiore, lo scolo abbondante della saliva. Sopraggiunge quindi una forte inspirazione, durante cui introduceasi eziandio aria nello stomaco; i muscoli addominali sono colti da movimenti convulsivi, e comprimono fortemente il ventre, cui avvicinano alla colonna vertebrale; la glotta si chiude, sospendesi la respirazione, e quindi il sangue si reca in abbondanza alla testa; del pari che in tutti gli sforzi dei muscoli che circoscrivono le pareti addominali, cercasi aumentare i punti di appoggio del tronco, mediante le membra; la base della lingua si abbassa, il velo palatino si rialza, la bocca si apre

convulsivamente, e scappa con violenza il contenuto dello stomaco. La maggior o minor facilità colla quale compiesi il vomito, dipende dalla struttura dello stomaco. Nei carnivori, questo viscere differisce meno dall' intestino propriamente detto, e l'orificio cardiaco, che occupa la estremità opposta al piloro, continua coll' esofago per insensibile restringimento, sicchè esso cede senza fatica ai movimenti di cui il piloro è il punto di partenza e dà facilmente passaggio alle materie rigettate. Negli erbivori, all' opposto, il vomito è difficile, e talvolta eziandio impossibile, atteso che qui lo stomaco fa un gombito visibilissimo coll' esofago, ed il fondo di sacco, la cui ampiezza è più considerabile, riceve le materie rispinte dal piloro. Lo stomaco del bambino allattante, che vive di nutrimento animale, ha la prima di queste due forme, e rigetta di leggieri ciò che esso contiene, mentre quello dell' adulto si avvicina maggiormente alla seconda, d' onde avviene la minor facilità di vomitare (1).

4.° La causa essenziale del vomito si attiene al modo di azione muscolare dello stomaco, specialmente al predominio dei movimenti da destra a sinistra. La impulsione parte dalla regione mediana, ora dalla porzione pilorica, ora dal duodeno, differenza dalla quale dipende che, ogni cosa d' altronde eguale, lo stomaco rigetti alimenti non digeriti, o sostanze alimentari digerite, o della bile. Ma il diaframma ed i muscoli addominali pigliano visibilmente parte alla produzione del fenomeno, anche negli insetti, ove, giusta le osservazioni di Rengger (2), i muscoli cutanei vi contribuiscono, dappoichè la forza del vomito scema allorquando si apre loro la cavità addominale. Talvolta questo concorso è puramente simpatico, dipende dall'essere la periferia animale legata mediante intime connessioni ai visceri cui essa racchiude, viene in aiuto della loro forza motrice, assume per ciò il carattere dei loro muscoli plastici, e favoreggia così, senza l'intervento della volontà, l'azione delle vescichette seminali (§. 282, 7.°), della matrice (§. 484, III), del retto (§. 933, 5.°), della vescica (§. 933, 7.°), dei polmoni (§. 969). Spesso accade ignorarsi sotto tale aspetto, che si accorda una indipendenza assoluta al movimento periferico, e che riguardansi gli organi interni come comportantesi in modo affatto passivo; la qual cosa fece sì che Bayle e Chirac in addietro (3), Hunter dopo di essi (4), e

(1) Schultz, *De alimentorum concotione*, p. 80. — Ch. Billard, *Trattato delle malattie dei fanciulli*. Parigi, 1837, p. 336.

(2) *Physiologische Untersuchungen ueber die thierische Haushaltung der Insekten*, p. 13.

(3) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 287.

(4) *Observations on certain parts of the animal oeconomy*, p. 158.

Magendie in questi ultimi tempi (1), attribuirono il vomito alla sola azione del diaframma e dei muscoli addominali; avendovi lo stomaco, per loro avviso, un ufficio intieramente passivo. Aveva già dimostrato Haller (2), che l'azione essenziale appartiene a questo viscere, e che i muscoli addominali ne sono unicamente gli ausiliarii, opinione la cui esattezza è oggi quasi generalmente riconosciuta, sebbene non abbiassi peranco convenevolmente valutato l'ufficio della periferia animale, nè la si abbia bene studiata altro che in quello concerne la respirazione.

5.° Quantunque sia possibile all'uomo favorire fin a certo punto il vomito, tuttavia non si potrebbe provocarlo nè con un atto della volontà, nè mediante un' eccitazione esterna portata sopra i muscoli addominali ed il diaframma, locchè dovrebbe essere fattevole se questi organi ne fossero il punto di partenza. Ma esso accade per qualsisia irritazione anormale dello stomaco stesso. Così lo si vede sopraggiungere quando siffatto viscere patisce forte distendimento, quando gli alimenti vi sono accumulati in troppa copia, allorchè lo si riempie rapidamente di acqua o di aria. Gosse vomitava a suo piacere inghiottendo aria, e Krimer (3) eccitava il vomito, nei cani, soffiando loro aria nello stomaco. Sembra desso reso più facile eziandio da una grande preventiva inspirazione; osservò Magendie che, quando i cani vomitavano, il loro stomaco distendevasi per effetto dell'aria che vi era attratta (4), e si pretende che nel male di mare, il vomito sia preceduto da movimenti involontarii di deglutizione (5). È altresì provocato dalla qualità delle sostanze contenute nello stomaco, dal nutrimento indigesto, da un succo gastrico degenerato, dal sangue sparso, dalla bile, dai calcoli biliari, dai vermi, come eziandio da masse considerabili di sostanze, le quali, a piccole dosi, determinano la diarrea, vale dire un accrescimento del movimento e della secrezione; se il tartaro stibiato, introdotto direttamente od indirettamente nel sangue, opera nella stessa maniera, l'effetto può dipendere da ciò che per virtù di un'affinità specifica (§ 866, 6.°), il sangue si libera di queste sostanze estranee per la via dello stomaco (§. 865, V). La esaltazione della eccitabilità, tale quale accade nello stato flemmasico, induce lo stesso risultato, che succede egualmente alla impressione di uno stimolante troppo forte. Il vomito effettuasi inoltre quando

(1) *Mem. sul vomito. Parigi, 1813. — Diz. di medicina e di chirurgia pratiche. Parigi, 1836, t. XV, p. 765 e seg.*

(2) *Loc. cit., t. VI, p. 290.*

(3) *Horn, Neues Archiv, 1821, t. I, p. 239.*

(4) *Loc. cit., p. 12.*

(5) *Magendie, Lezioni t. II, p. 183.*

il restringimento o la occlusione, tanto del piloro, quanto di un punto qualunque dell' intestino, arresti il movimento dall' alto al basso; la forza muscolare del canale digerente non può allora più manifestarsi che mediante i movimenti dal basso in alto, la cui energia addoppiasi affatto naturalmente. Si appalesa, da ultimo, per simpatia, in diverse affezioni di altri organi o del sistema nervoso intero.

5.° Introducendo Bayle il dito nello stomaco di animali ai quali esso aveva dato un vomitivo, appena vi sentiva un movimento; in simile circostanza Chirac non ne osservò che uno di debolissimo. Riscontrò Wepfer (1) talvolta un lieve movimento, e Magendie (2) non ne sentì mai veruno. Però il movimento dello stomaco non è, in generale, vivissimo, e gli basta di essere moderato per provocare il vomito, atteso che, il piloro essendo chiuso, esso segue la direzione di quest' apertura al cardia, come lo vide, ad esempio, Schultz (3). Allorquando Helm eccitava nausea in una persona colta da fistola stomacale, titillandogli le fauci con una penna, una porzione dello stomaco usciva per l'apertura, con una parte del contenuto (4), e quando esso aveva introdotto nell' organo tartaro stibiato, scorgeva distintamente il movimento vermiforme dello stomaco (5).

6.° Nella supposizione che i muscoli addominali siano l' agente del vomito, si spiegò la impossibilità di vomitare, nelle bestie a corni, dicendo che i loro muscoli obliqui del basso-ventre sono distantissimi l' uno dall' altro, nè possono comprimere bastevolmente lo stomaco (6). Ma la ruminazione suppone una forza operante nella stessa direzione e con poco meno energia. Secondo Magendie, in un cane, nelle cui vene esso aveva iniettato emetico, ed il cui addomine era aperto, il diaframma spingeva lo stomaco e gli intestini con tanta forza contro il peritoneo, che questa membrana lacerossi in molti siti (7); la iniezione non provocò che semplici nausea in altro cane a cui avevasi tolto il diaframma ed i muscoli addominali (8); finalmente ogni volta che comprimevasi o stiravasi lo stomaco, il diaframma ed i muscoli del basso-ventre entravano in contrazione, succedendo il vomito (9). Questi fatti confermano che la periferia

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 287.

(2) *Loc. cit.*, p. 12, 16.

(3) Hufeland, *Journal der praktischen Heilkunde*, 1835, t. II, p. 1.

(4) Zvey *Krankengeschichten*, p. 12.

(5) *Ivi*, p. 14.

(6) Haller, *Element. physiolog.*, t. VI, p. 291.

(7) *Loc. cit.*, p. 22.

(8) *Ivi*, p. 23.

(9) *Ivi*, p. 12.

animale concorrè al vomito e che essa si connette collò stomaco mediante legami di stretta simpatia; provano altresì essere questo viscere sensibile alle irritazioni meccaniche effettuate sopra la sua faccia esterna, del pari che a quelle agenti sopra la sua faccia interna. Ma se il vomito dipendesse unicamente dalla pressione esterna, tornerebbe impossibile comprendere perchè il contenuto dello stomaco non sia spinto che nell' esofago, e non lo sia nell' intestino. Gli uccelli da preda vomitano, sebbene i loro muscoli addominali siano pochissimo sviluppati, ed il loro diaframma incompiuto non possa esercitare niuna influenza sopra di questo atto. Wepfer e Perrault videro d' altronde il vomito persistere dopo la distruzione del diaframma e l' apertura della cavità addominale, anche dopo che avevasi fatto uscire lo stomaco dal basso-ventre (1). Legallois e Beclard (2) videro egualmente, in queste circostanze, accadere un vomito, non già, a dir vero, di sostanze solide, ma sibbene di liquidi. Alcuni cani, nello stomaco dei quali Krimer (3) aveva soffiato aria, dopo aver loro tolto una parte o tutti i muscoli addominali, eccettuata la linea alba, vomitarono tuttavia; il piloro si rinserrava con forza, ed il duodeno, quando l' aria vi aveva penetrato, eseguiva contrazioni vermiformi dal basso in alto.

7.º Le esperienze di Magendie (4) sembravano aver dimostrato che la periferia animale possiede sola un' azione attiva nel vomito, dappoichè esse stabilivano determinarsi movimenti analoghi dalla iniezione dell' emetico nelle vene dei cani a cui fu tolto lo stomaco, e che, quando a questo viscere avevasi sostituito una vescica di maiale, le materie uscivano per un tubo legato all' esofago, e ritornavano nella bocca. Altre osservazioni però dimostrarono che eziandio le esperienze di Magendie, lungi dall' essere favorevoli alla sua ipotesi, non facevano, all' opposto, che rovesciarla. Riconobbe dapprima Tantini (5) che, nel caso di vescica sostituita allo stomaco, non avviene evacuazione analoga al vomito se non in quanto il tubo destinato ad operare la congiunzione si eleva fin al disopra del cardia, e che non ve ne ha quando questo tubo è fissato alcune linee al disotto dell' orificio esofagico dello stomaco; il vomito richiede adunque che lo sforzo delle fibre circolari dell' esofago che chiudono il cardia sia vinto, e tale effetto non potrebbe essere prodotto dalla pressione delle pareti addominali; non può desso risultare che dall' azione vivente dello stomaco.

(1) *Haller, loc. cit., t. VI, p. 282.*

(2) *Opere di Legallois. Parigi, 1824, t. II, p. 104.*

(3) *Loc. cit., 1821, t. I, p. 247, 251.*

(4) *Loc. cit., p. 18.*

(5) *Gerson, Magazin, t. XIII, p. 93.*

Era, d'altronde, naturale, che una vescica affatto piena e non comunicante, come lo stomaco, con un canale per l'altra sua estremità, spandesse, allorquando la si comprimeva, il suo contenuto nell'esofago che le offriva una via aperta; al che devesi inoltre aggiungere che, giusta la osservazione di Bourdon (1), essa non si vuota eziandio mica compiutamente. In secondo luogo, è dimostrato che, nei vomiti, l'esofago opera altresì indipendentemente dallo stomaco, che l'emetico mescolato alla massa del sangue esercita la sua prima impressione sopra di esso, e che quello prova soltanto per simpatia alcuni movimenti convulsivi nelle pareti addominali. Infatti, Marshall (2) osservò che, nei malati il cui cardia è affatto chiuso, le bevande, quando giunsero alla estremità inferiore del canale, determinano il vomito, coi movimenti respiratorii ordinarii; medesimamente nei cani di cui Legallois e Beclard (3) avevano separato l'esofago dallo stomaco, l'emetico iniettato nelle vene sollecitava questo condotto a violenti movimenti, il cui risultato era di condurre spiuma alla bocca. È adunque fuori di dubbio che i movimenti convulsivi dell'esofago contribuiscono ad ogni vomito qualunque, e siccome non potrebbesi contrastare la realtà del movimento retrogrado dell'intestino, non è supponibile che lo stomaco sia la sola parte del tubo alimentare in cui non avviene siffatto movimento.

8.° Aggiungiamo eziandio che, nei casi in cui avvi evidentemente un movimento antiperistaltico proveniente dalle parti profonde, per esempio, nelle ernie strangolate, il vomito stercoraceo compiesi senza veruno sforzo, uscendo gli escrementi piuttosto per rigurgito che per vomito propriamente detto (4). Qui la forza muscolare del canale digerente agisce liberamente e senza il concorso della periferia animale. Quando esistono alla evacuazione ostacoli insormontabili, questa forza può indurre la rottura dello stomaco, di cui tutto il contenuto trovasi rispinto violentemente nella porzione cardiaca, non dalla pressione delle pareti addominali, ma soltanto dalla costrizione spasmodica della porzione pilorica. Questa rottura succede, come osservò Delaguet (5), quando il vomito fu reso difficile dalla struttura dello stomaco. Boerhaave trovò l'esofago lacerato e gli alimenti sparsi nella cavità pettorale in un uomo che perì di mezzo a continui e vani sforzi

(1) *Mem. sul vomito. Parigi, 1819.*

(2) *Froriep, Notizen, t. XL, p. 159.*

(3) *Loc. cit., p. 94.*

(4) *Lallemand, Osservazioni patologiche. Parigi, 1825, p. 69.*

(5) *Diz. di medicina, di chirurgia e d'igiene veterinarie, Parigi, 1839, art.*

per vomitare (1). Cita Lallemand (2) l'esempio di donna, la quale, avendo mangiato troppo in conseguenza di dieta austera, soffersse grandissime nausea senza risultato, di mezzo alle quali sentì effettuarsi in sè un laceramento che pose fine agli sforzi di vomitare; non tardò a succedere la morte; lo stomaco, d'altronde sano, era aperto nella sua parte anteriore e media. La lacerazione, però, di questo viscere per effetto di violenza esterna, non gli impedisce di poter tuttavia espellere col vomito una parte del suo contenuto; ne abbiamo la prova in un caso che presentossi a Sachs, sia che il foro fosse stato otturato dalle pareti addominali spasmodicamente contratte, sia che il movimento antiperistaltico fosse partito da un punto vicino all'orificio cardiaco. In un individuo che era stato tormentato da frequenti ed inutili sforzi per vomitare, Bourdon (3) trovò un ingrossamento scirroso di tutta la parete dello stomaco, che poteva bensì essere compresso dai muscoli addominali e dal diaframma, ma che mancava della forza muscolare necessaria a produrre il vomito. Nei casi d'ipertrofia semplice della tonaca muscolare, osservansi talvolta vomiti abituali.

ARTICOLO II.

Condizioni interne della digestione.

I. NUTRIMENTO.

A. Quantità del nutrimento.

§. 935. L'organismo rigetta del continuo all'esterno una parte dei materiali che lo costituiscono. Per tal guisa la perdita che un uomo sano e di media età soffre giornalmente, per effetto delle secrezioni cutanea, polmonare, renale ed intestinale (§. 837, 3.^o), può essere valutata a cinque o sei libbre, vale dire ad $\frac{1}{25}$ circa del peso del suo corpo (4); al che devesi aggiungere il logoramento insensibile della epidermide, cui valutasi a quattro libbre ogni anno (5), non comprese le perdite comportate dalle unghie e dai peli. Le secrezioni di cui parlarsi strascinano eziandio i materiali fuori di servizio che staccansi del continuo dalla sostanza dei diversi

(1) Voigtel, *Handbuch der pathologischen Anatomie*, t. II, p. 162.

(2) *Loc. cit.*, p. 63.

(3) *Loc. cit.*, p. 3, 12.

(4) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, P. I, p. 165.

(5) *Ivi*, t. VIII, P. I, p. 54.

organi, e che il riassorbimento fa ripassare nel sangue. Acciocchè la economia si mantenga, bisogna che questa perdita sia riparata, e che lo sia per la formazione di nuovo sangue, dappoichè il sangue costituisce la sorgente di tutte le parti, tanto solide che liquide. La materia propria a produrre questo risultato proviene dagli alimenti, la cui necessità è dimostrata dalle conseguenze apportate dalla loro privazione.

I. La privazione assoluta degli alimenti e delle bevande è quella che adduce più prestamente la morte; questa avviene più tardi quando l'individuo non è privato che degli alimenti e continua a bere. La riduzione del nutrimento al minimo non induce che un lento esaurimento della forza vitale, il quale, in alcuni casi, e condotto fin a certo punto, può divenire salutare ed essere usato a titolo di metodo curativo.

1.° Il peso del corpo scema. Un uomo che aveva osservata rigorosamente la quaresima, trovossi, al termine, più leggero di sette libbre tre oncie; il nutrimento più abbondante lo ricondusse, in sei giorni, al suo antico peso (1). Un altro che pesava 132 libbre, prima di essere assoggettato ad un trattamento colla fame, perdette circa venti libbre durante gli otto primi giorni, e circa 7 libbre durante i nove giorni seguenti; la sua diminuzione di peso fu in seguito sempre meno considerabile, pel motivo che le secrezioni divennero men abbondanti; alla settima settimana pesava egli ancora 97 libbre (2). Secondo Blundell (3), alcuni cani di media taglia, pesanti una trentina di libbre, diventano più leggeri di mezza fin una libbra quando si lasciano un giorno intiero senza nutrimento.

2.° Ciò che avvi di più essenziale, è la diminuzione della quantità del sangue (§. 875). Trovasi, dopo la morte, i vasi sanguigni quasi vuoti (4). Nell'uomo di cui parlossi superiormente, e che perì di apoplessia, un mese dopo aver terminato il suo trattamento, non eravi sangue, ed eziandio in piccolissima quantità, altro che nella vena cava inferiore e nel cuore. Haller non ne trovò che pochissimo nei vasi delle rane morte di fame, e le arterie avevano diminuito di calibro (5). Secondo Collard de Martigny, nei cani, molte ramificazioni vascolari finiscono col non contenere più affatto sangue (6), sicchè i polmoni, il fegato e simili, sono esangui, e le

(1) *Ivi*, t. VIII, P. II, p. 61.

(2) *Graefe, Giornale*, t. XXI, p. 343.

(3) *Researches physiological and pathological*, p. 75.

(4) *Thackrah, An inquiry into the natur and properties of blood*, p. 84.

(5) *Elem. physiolog.*, t. II, p. 48; t. VIII, P. II, p. 61.

(6) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 187.

membrane mucose hanno color pallido (1); non si rinviene alquanto sangue che nel cuore e nei tronchi principali. Nei conigli privati di alimenti la quantità di sangue era ridotta il terzo giorno a 0,619, il settimo a 0,443, e l'undecimo a 0,227 di sua massa primitiva (2). Vide Piorry alcuni cani, i quali avevano benissimo tollerata la perdita di una libbra di sangue allorché il loro peso era di 27 libbre, perire per un salasso di sei o sette oncie dopo essere rimasti tre o quattro giorni senza ricevere alimenti.

3.° Scorgesi svilupparsi tutti i sintomi dell'anemia. Il polso diventa piccolo, debole, sempre più raro, e finalmente appena sensibile. Non è raro, nei trattamenti colla fame, vederlo scendere a 40 od anche a 35 pulsazioni per minuto, od assumere un carattere intermittente, sicché non potrebbe continuare il trattamento senza pericolo (3). La forza muscolare scema rapidamente. La respirazione delle persone cui trattansi colla fame diventa lenta e profonda; se il trattamento si prolunga, scorgesi comparire la oppressione di petto e la difficoltà di respirare (4). La temperatura si abbassa. Tutte le secrezioni scemano (§. 840, 5.°, 6.°); quelle che non sono necessarie al mantenimento della esistenza non tardano a cessare intieramente; tali sono quella del grasso, come superfluo della nutrizione, quella del latte e dello sperma per la conservazione della specie, l'altra della marcia per la rigenerazione delle parti. Le ulcere e le produzioni morbose scemano; le ferite durano maggior fatica a cicatrizzarsi. La bocca e la gola si dissecano e le loro pareti sembrano come abbrustolite. La secrezione scema egualmente negli altri organi digerenti e nei reni, anche nei sacchi sierosi; così Dumas vide il mesenterio secco nei cani morti di fame. Si trova la vescichetta biliare piena dopo la morte, pel motivo che la mancanza di nutrimento le impedì vuotarsi della bile che continua ad essere separata durante i primi giorni, sebbene in minor quantità. La diminuzione dei liquidi fa sì che i fenomeni della putrefazione si manifestino nel cadavere con più lentezza, ed in modo meno visibile.

4.° Devono succedere durante la vita alteramenti di composizione. È il sangue talvolta più denso del consueto, massime quando le secrezioni acquose persistettero ancora per certo tratto di tempo, e se la sottrazione si estese fin alle bevande (5). Ove si debba credere a Collard de Martigny, la quantità della fibrina scema considerabilmente, e quella dell'albumina

(1) *Ivi*, p. 155.

(2) *Ivi*, p. 166.

(3) *Struve, Ueber Diet-Entziehungs-und Hungercur*, p. 53.

(4) *Ivi*, p. 57.

(5) *Haller, loc. cit.*, t. II, p. 49; t. VIII, P. II, p. 61.

aumenta (§. 878, 4.^o). Ma quando le bevande non mancarono, il sangue è tenue, giallastro e livido (1). Narra Lecann che, in un giovane, dopo quaranta giorni di dieta severa, la quantità dell'acqua era ascesa da 0,770 a 0,804, e quella dell'albumina, dell'estrattivo, del grasso e dei sali da 0,076, a 0,084, mentre l'altra del grumo era caduta da 0,154 a 0,112 (2). Siffatta attenuazione del sangue, alla quale si associa forse qualche altro cambiamento nella costituzione del liquido, determina talvolta l'uscita di sangue dal naso o spandimenti di esso nello stomaco, nell'intestino, fenomeni ai quali contribuisce la diminuita coesione delle pareti vascolari che succede quando la morte avviene lentamente per effetto della fame. Osservansi, inoltre, alcuni rammollimenti scorbutici, certe escoriazioni ed ulceri nella cavità buccale; la saliva ed il latte acquistarono un'acredine sensibilissima. Evvi di frequente cattivo odore della traspirazione, dell'alito, della esalazione polmonare e della urina (3); i naufragati, cimentandosi di bere quest'ultima per deludere la propria sete, riconobbero che essa era molto acre (4), cosa della quale Savigny somministrò di recente nuovi esempi (5).

5.^o L'assorbimento acquista maggior attività (§. 906, 4.^o). Nei cani che Dumas lasciò perire di fame, l'acqua inghiottita pochi istanti prima della morte era già intieramente assorbita. I vasi linfatici dello stomaco sono visibili ad occhio nudo, e serbano la loro facoltà assorbente anche molto tempo dopo la morte. Nelle persone assoggettate al trattamento della fame, il riassorbimento si esercita dapprima sopra i prodotti morbosi (6), che oppongono minore resistenza, perchè hanno minore vitalità ed indipendenza. Così, nelle ulcere croniche, tutto quello che possiede una vita incompiuta perisce intieramente, i margini callosi si avvizziscono, e poco a poco spariscono; le eruzioni perdono la loro aureola rossa, si disseccano, e copronsi di croste, che cadono; i tumori si deprimono di giorno in giorno, terminando collo svanire (7). Negli individui sani, il grasso è riassorbito per primo, e non ne rimane più traccia veruna nell'epiploon, in conseguenza del trattamento colla fame (8). Il riassorbimento si esercita quindi sopra i muscoli; questi organi impallidiscono e diventano

(1) Haller. loc. cit., t. II, p. 166, 181.

(2) *Studii chimici sul sangue*, p. 72.

(3) *Froriep, Notizen*, t. XXXI, p. 62. — *Bollettino di Ferussac*, t. XXVI, p. 123.

(4) Haller, loc. cit., t. XI, p. 167.

(5) *Osservazioni sugli effetti della fame e della sete*. Parigi, 1818, p. 12.

(6) *Struve*, loc. cit., p. 14.

(7) *Ivi*, p. 58.

(8) *Giornale di Graefe*, t. XXI, p. 343.

più sottili, secondo Collard de Martigny (1), massime quelli del tronco che rassomigliansi a membrane; le pareti stesse del cuore e di altri muscoli plastici si assottigliano. Neppur la pelle sembra essere risparmiata. Quindi sopraggiunge il dimagrimento generale, cui pochi giorni già bastano per rendere sensibile nei trattamenti colla fame, ma i progressi del quale sono in seguito meno sorprendenti.

6.° Sotto la influenza di questo trattamento, allorchando esso non oltrepassa certo termine, la digestione acquista talvolta maggior energia, sicchè non è raro osservare in seguito la propensione ad assumere della pinguedine (2), nella guisa stessa che, nelle persone sane, l'astinenza torna qualche volta favorevole alle facoltà digestive. Ma, se la sottrazione è spinta troppo oltre, queste facoltà affievoliscono. Sempre, le egestioni diventano poco abbondanti e rare; lasciano spesso fra sè degli intervalli di alcune settimane, e le materie fecali hanno insolita consistenza. Dopo la morte, non è raro rinvenire lo stomaco e l'intestino ristretti, locchè Magendie (3) non osservò tuttavia, negli animali, se non dopo un digiuno di quattro o cinque giorni. Solo per eccezione rinviensi l'intestino molto disteso dall'aria (4), od il retto pieno di materie fecali aggomitolate ed indurite (5). Talvolta lo stomaco presenta, sopra certi punti, la stessa apparenza come se fosse stato infiammato o rosicchiato, particolarità osservata da Dumas, Leuret e Lassaigne (6). Trovò Collard de Martigny (7), in un cane morto di fame, la membrana mucosa dello stomaco in istato normale, e la muscolosa assottigliata. Il quale assottigliamento delle pareti intestinali fu eziandio talvolta riscontrato nell'uomo (8).

II. Può la vita, in certi animali, od in alcuni casi, sostenersi alla lunga senza alcun nutrimento solido (9); per molti mesi nei polipi a bracci, al di là di un anno nelle lumache (10), più di sei mesi in alcuni insetti e negli aragni, anni intieri nei pesci dorati della China, quattro mesi nei coccodrilli (11), sei mesi nelle salamandre, sei anni nelle tartarughe (12),

(1) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 155.

(2) *Struve*, loc. cit., p. 12.

(3) *Compendio elementare*, t. II, p. 26.

(4) *Casper*, *Wochenschrift*, 1836, p. 674.

(5) *Giornale di Hufeland*, t. X, fasc. 3, p. 187.

(6) *Ricerche sulla digestione*, p. 210.

(7) *Loc. cit.*, p. 157.

(8) *Froriep*, *Notizen*, t. XXXI, p. 62. — *Giornale di Graefe*, t. XXI, p. 343.

(9) *Haller*, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 169.

(10) *Trevirano*, *Biologia*, t. V, p. 272.

(11) *Foderà*, *Saggio di fisiologia positiva*, tit. III, p. 2.

(12) *Blumenbach*, *Kleine Schriften*, p. 123.

cinque in dieci anni nei protei (1), e più ancora nei rospi imprigionati in masse di pietra, sebbene quelli che erano stati così racchiusi da Buckland (2), non abbianvi sopravvissuto due anni intieri. I piccoli passerì non tollerano di rimanere un giorno senza nutrimento; i tordi sostengono l'astinenza per tre giorni, le galline sei giorni, ed i grossi uccelli da preda due in tre settimane. Le talpe, tratte dalla terra, periscono dopo dodici ore (3), i sorici tre giorni, i conigli dieci in dodici giorni (4), i cani da tre in cinque settimane (5), i gatti di 15 giorni o di 32, se dassi loro a bere, i cavalli di 18 in 27 (6), le foche di un mese, gli armadilli a tre cinture di due mesi (7). Riunì Haller (8) un numero di esempj d' uomini i quali rimasero lunghissimo tempo senza pigliare nutrimento, nè durerebbero fatica ad estenderne considerabilmente la lista. Spesso però trattavasi unicamente di preta impostura, di gente la quale, per uno scopo qualunque, od anche soltanto per attrarre sopra di sè l'attenzione pubblica, fingevano di non mangiare, ingannando così osservatori superficiali; siamo adunque in diritto di supporre qualche errore in certe narrazioni di tal genere, per esempio, in un caso citato da Rolando (9), in cui trattavasi di un' astinenza assoluta, continuata per due anni e mezzo; mentre riesce incredibile che la diminuzione delle secrezioni e l'accrescimento dell'assorbimento possano giungere fin a permettere di rimanere anni intieri senza prendere il minimo nutrimento. D'altronde, si perdettero spesso di vista essere la stessa acqua un alimento (§. 937, I), e considerossi qual dieta assoluta l'astinenza dagli alimenti solidi. Nello stato ordinario delle cose, un uomo non può vivere più di una settimana senza mangiare nè bere, o più di qualche settimana senza mangiare; abbisognano speciali circostanze per oltrepassare questo termine.

1.° Una delle principali si è che la decomposizione della materia organica che accompagna la vita, compiasi con maggior lentezza. Negli animali che sviluppano molto calore, la cui circolazione progredisce velocemente, i cui movimenti sono forti e vivaci, la decomposizione riesce più

(1) *Rudolfi, Physiologie, t. II, P. II, p. 9.*

(2) *Biblioteca universale, t. LI, p. 391.*

(3) *Froriep, Notizen, t. XXV, p. 71.*

(4) *Giornale di Magendie, t. VIII, p. 162.*

(5) *Ivi, p. 154, 161.*

(6) *Gurtl, Lehrbuch der vergleichenden Physiologie, p. 76.*

(7) *Haller, Elem. physiol., t. VI, p. 170.*

(8) *Ivi, p. 171.*

(9) *Rolando e Gallo, Necroscopia di Anna Garbero asita per lo spazio di 31 mesi, 11 giorni. Torino, 1818, in 4.°, fig.*

pronta, e la possibilità di vivere senza nutrimento più ristretta, che in quelli i quali si trovano nelle condizioni opposte; sotto tale aspetto, evvi un contrasto spiccantissimo tra i passerii ed un rospo, ad esempio. I sauriani, gli ofidiani, i cheloniani, traspirano meno degli altri animali a motivo della corazzatura di cui è fornito il loro corpo; in conseguenza essi possono vivere più alla lunga senza nutrimento (1), facoltà cui i rettili nudi possiedono egualmente in virtù del potere assorbente di cui la loro pelle va in sì alto grado fornita (§§. 898, 1.°, 917, 4.°). Gli animali invertebrati nudi sono nello stesso caso; così, giusta le osservazioni di Erman (2), una lumaca priva di nutrimento non perdette in sei settimane che un undicesimo del peso del suo corpo, mentre durante lo stesso tratto di tempo, la perdita fu di un quarto nell' uomo di cui parlai precedentemente. Nelle persone cui citansi come esempi di astinenza prolungata, non solo le secrezioni erano diminuite di molto, ma inoltre la traspirazione era ridotta a sì poca cosa, che esse non insudiciavano il pannolino od il cuoio bianco posto ad immediato contatto colla loro pelle (3). Se altri vissero molte settimane sotto la neve, sotto la terra umida, sotto macerie, è questo un fatto spiegato dalle osservazioni di Leuret e Lassaigne (4), i quali videro i cani sopportare l'astinenza per 40 giorni in un luogo umido ed oscuro, mentre essi non vivevano più di un mese in siti caldi, secchi ed illuminati (§. 839, 2.°, 6.°). La vita animale va accompagnata dal rinnovamento di materia, ed esercita considerabile influenza, tanto sopra la costituzione del sangue (§§. 750, 3.°; 754, 1.°; 756, 4.°), ed il suo corso (§§. 771-773), quanto sopra la nutrizione e le secrezioni (§. 847). Per ingrassare i bestiami si tengono rinchiusi, ovvero usasi la cautela che i luoghi nei quali si pongono ad ingrassare non siano troppo lontani dalla stalla, altrimenti essi consumano, durante il ritorno, all'incirca tanto quanto poterono acquistare (5). Parimenti, gli animali che possono vivere alla lunga senza nutrimento rendono osservabili, in generale, per la lentezza dei loro movimenti e per i loro sensi ottusi. Fra gli uomini che tollerarono lunghi digiuni, molti erano idioti, ed il maggior numero erano stati costretti starsene a letto per la debolezza o per la paralisi (6).

2.° La direzione della vita esercita qui una grande azione. Gli uomini

(1) Edwards, *Influenza degli agenti fisici sulla vita*, p. 130.

(2) *Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1816, p. 204.

(3) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 175.

(4) *Loc. cit.*, p. 210.

(5) Thaer, *Grundsätze der rationellen Landwirthschaft*, t. IV, p. 390.

(6) Esquirol, *Delle malattie mentali*. Parigi, 1838, t. II, p. 155.

accostumati a prendere poco nutrimento, dimagrati e deboli, soffrono meno dall'astinenza, come osservò, fra gli altri, Savigny (1). Nello stato crisalidario degli insetti e nel sonno ibernale, il bisogno del nutrimento cessa ad un tempo colle manifestazioni della vita animale, mentre che l'attività plastica si ritira dall'esterno all'interno. Tutto ciò che è relativo alla conservazione della specie ha, in proporzione, maggior energia nella donna, di quanto si riferisce alla individualità, e da ciò proviene che le donne possono tollerare più alla lunga la mancanza di nutrimento (§. 177). Nella isteria, la eccitabilità del sistema nervoso è esaltata a detrimento del principio di unità che caratterizza questo sistema; quindi è desso più svolto delle altre azioni vitali, le quali compionsi male o debolmente; per tal modo il maggior numero delle persone che vissero alla lunga senza prendere alimenti erano donne isteriche. Il bisogno di cibarsi è minore nei pazzi; per limitarci ad un solo esempio, se ne cita uno, il quale, per tre settimane, non assunse verun alimento, niuna bevanda, nè fece che lavarsi una volta la bocca con acqua (2).

3.° Durante i primi periodi della vita, quando l'organismo è ancora in procinto di svilupparsi, la circolazione più viva e più rapido il rinnovamento dei materiali, il bisogno di nutrimento si fa sentire in maniera più pressante. Dante rese celebre la morte di Ugolino e della sua famiglia; i figli più giovani perirono nei quattro primi giorni del loro incarceramento, i più attempati nel quinto e sesto, ed il padre nell'ottavo. Una famiglia essendo stata seppellita sotto una valanga, ove essa non aveva per tutto nutrimento che acqua di neve ed il latte di una capra interrata con essa, un giovinetto di tre anni morì al dodicesimo giorno, mentre due donne vissero così cinque settimane fin al termine della loro liberazione (3). Tra i compagni di Savigny, furono pure i bambini ed i giovani che soccombettero i primi per la fame (4). Collard de Martigny (5) praticò analoghe osservazioni sopra gli animali. Allorquando i giovani animali periscono, la massa del loro sangue comprovò, proporzionalmente al peso del loro corpo, una perdita men considerabile di quella dei vecchi (§. 741, 2.°).

4.° La debolezza della vita nell'età avanzata non permette ai vecchi lungo digiuno cui possono soltanto comportare le persone di media età. È pure la forza della costituzione che rende i grandi animali più atti dei

(1) *Loc. cit.*, p. 10.

(2) *Leuret e Lassaigne, Ricerche sulla digestione*, p. 215.

(3) *Philosophic. Trans.*, t. XIX, p. 796.

(4) *Loc. cit.*, p. 10.

(5) *Loc. cit.*, p. 162, 186.

piccoli di resistere alla mancanza di cibi, e che fa tollerarla più alla lunga ai carnivori di quello che agli erbivori.

III. Allorquando il nutrimento è troppo poco abbondante, il corpo non acquista la pienezza del suo sviluppo, nè della sua forza. Quindi gli agronomi, per migliorare la razza del bestiame, gli danno una volta tanto foraggio che a quello cui vogliono mantenere nelle condizioni comuni (1). Generalmente parlando, puossi dire, essere necessario ai gradini inferiori della vita una quantità proporzionale di nutrimento più considerabile che nei gradini superiori. Per tal guisa, secondo Haller (2), la proporzione fra la consumazione giornaliera di alimenti solidi ed il peso del corpo è di 2 : 1 in certi bruchi, di 1 : 8 nelle bestie a corni, di 1 : 40 nell' uomo, il quale, termine medio, prende ogni giorno tre in quattro libbre di alimenti. Ma sonvi qui inoltre varie circostanze, le quali vanno prese in considerazione.

1.° La prima è la qualità del nutrimento. Un bue che mangia 80 libbre di erbe, risulta tanto bene nutrito da 24 libbre di fieno; un cavallo consuma 20 libbre di fieno o nove di avena. Un'oca, alla quale dassi orzo, non ne esige che il quarantesimo del peso del suo corpo pel suo giornaliero nutrimento (3).

2.° Una considerabile differenza risulta dalla frequenza o dalla rarità dei pasti, che dipende, per ogni animale, dalla sua organizzazione e dalle condizioni di sua vita. Gli animali erbivori abbisognano di grande quantità di nutrimento, cui essi trovano continuamente nel loro paese natale, ma che non possono prendere che poco a poco; essi mangiano e digeriscono durante la maggior parte del giorno, ma sempre poco alla volta; d'onde avviene che quando si tengono rinchiusi, bisogna dar loro ogni giorno la stessa quantità di nutrimento (4); quella di un cavallo gli è somministrata, non già tutta in una volta, ma sibbene a piccole porzioni, e gli si lasciano tre ore per mangiare (5). Gli animali che vivono di sostanze animali sono costretti aspettare finchè incontrino una preda, e prenderne allora tanta da rimanere sazi per lungo tratto di tempo; le zanzare succhiano al grado che tutto il loro addomine si gonfia, e che gli escrementi sono rispinti per l'ano; i coleotteri carnivori divorano in poco tempo alcuni insetti metà grossi come essi, e che richiedono molti giorni per essere digeriti. Quando

(1) Thaer, loc. cit., t. IV, p. 392.

(2) Elem. physiolog., t. VI, p. 256.

(3) Tiedemann, Ricerche sulla digestione, trad. di A. J. L. Jourdan, t. II, pag. 212.

(4) Thaer, loc. cit., t. IV, p. 410.

(5) Ivi, p. 443.

dassi il nutrimento giornaliero a piccole porzioni, e non in una sola volta agli animali da preda rinchiusi nei serragli, essi la vomitano in parte senza averla digerita, e dimagransi.

3.^o Da ciò che precede risulta (II, 1.^o), che la quantità di nutrimento deve essere proporzionata alla consumazione. L' uomo che si diede a lavori faticosi, che si rialza di malattia, che comportò una perdita di succhi, assume più alimenti, e le bestie da tiro esigono che si aumenti o diminuisca la loro razione abituale, secondo che esse faticano e si riposano più del consueto. Pari cosa accade nell'astinenza; una lumaca, che fu tenuta per sei settimane a dieta, mangiò in poche ore un peso equivalente al terzo di quello del proprio corpo (1).

B. Qualità del nutrimento.

§. 936. Sotto l'aspetto della qualità, gli alimenti sono o sostanze organiche o sostanze inorganiche.

I. SOSTANZE ORGANICHE.

I. I principii immediati propriamente parlando alibili delle sostanze organiche, sono: pei vegetabili, alcune materie non azotate, come l'amido, la gomma, lo zucchero, l'olio grasso; ovvero azotate, come l'albumina vegetabile, il glutine e la fungina; per gli animali, la fibrina, l'albumina, la gelatina, l'osmazomo, il cacio, che contengono azoto, il grasso e lo zucchero di latte, che non ne racchiudono mica. Siccome ognuno di questi principii immediati della materia organica è una combinazione di principii elementari in proporzioni particolari, così non avvi alimento unico, ma soltanto diverse specie di alimenti. Voleva Prout (2) ridurre queste specie ai tre principii costituenti del latte, l'albumina, lo zucchero e l'olio grasso; ma indicò così piuttosto alcuni generi, nei quali egli ripone la fibrina, la gelatina, il cacio ed il glutine a lato dell'albumina, la gomma presso lo zucchero. Ciò che più importa è di formarcene una idea chiara, a norma dei caratteri che sono comuni a tutti.

1.^o Sono dessi i principii costituenti più generalmente sparsi, di cui ogni corpo vivente ne contiene più di uno, sicchè, ovunque dove esistono esseri organizzati, altri possono altresì rinvenirne il proprio nutrimento.

(1) *Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1816, p. 204.

(2) *Froriep, Notizen*, t. XXXI, p. 162, 226.

2.° Sono indifferenti riguardo all'organismo, vale dire non cagionano notevole cambiamento nella sua composizione materiale e nelle sue azioni vitali, non determinano manifesto eccitamento in un sistema piuttosto che negli altri, nè cagionano mai veruna decomposizione chimica. Per seguire qui la ipotesi precedentemente presentata (§. 835, II), essi mostransi pel maggior numero prossimi alla indifferenza chimica, quale essa ne apparisce nell'acqua, però con certo predominio del carattere basico. Per tal guisa, mentre che nelle resine e negli alcaloidi, godenti delle proprietà eccitanti, la proporzione dell'idrogeno all'ossigeno è generalmente di 1 : 1 ovvero di 1 : 2, è dessa di 1 : 3 e più nella fibrina, nella gelatina e nell'albumina, tanto animale che vegetabile; di 1 : 8, vale dire all'incirca la stessa che nell'acqua, nello zucchero, nella gomma e nell'amido; finalmente di 1 : 10 fin 20 nel concino e negli acidi, i quali non sono sostanze nutrienti. Tuttavia la indifferenza per riguardo all'organismo proviene inoltre da altre circostanze, giacchè la proporzione dell'idrogeno all'ossigeno è di 1 : 1,11 nell'olio grasso, e di 1 : 1,53 nel cacio.

II. I due regni somministrano la materia alibile, ma è il regno animale che la dà in maggior copia. Gli animali delle ultime classi, infusorii, polipi ed entozoi, si nutrono di sostanza animale. Pucosi dire lo stesso del maggior numero degli altri animali senza vertebre, eccettuati gli insetti, la massima parte dei quali vive di vegetali. Il nutrimento animale predomina egualmente nei pesci e nei rettili, e non la cede all'altro che negli uccelli e nei mammiferi; però, fra quest'ultimi, gli erbivori sono nutriti di latte della loro madre durante i primi tempi che seguono la nascita, come certi insetti vivono di sostanze animali allo stato di larva, e di sostanze vegetabili allo stato perfetto.

1.° Non avvi differenza assoluta fra le due specie di nutrimento; che anzi esse passano dall'una all'altra per gradazione insensibile. Il nutrimento animale è caratterizzato al massimo grado nella carne e nel sangue degli animali a sangue caldo, e si avvicina al vegetabile nella sostanza dei rettili e dei pesci, ma più ancora in quella degli animali invertebrati. Il nutrimento vegetabile si mostra a noi tanto puro quanto è possibile nei succhi aciduli e nelle foglie delle piante, mentre esso si avvicina all'animale nelle radici, nei frutti, e massime nei grani oleaginosi ed amilacei. Solo gli animali carnivori più robusti, come l'aquila, il leone, la tigre e simili, lasciarsi morire di fame piuttosto che cibarsi di vegetali; i cani, i gatti ed altri carnivori addimesticati, si abituano al nutrimento vegetabile, particolarmente al pane. È ancora più raro che gli erbivori sdegnino al bisogno gli alimenti tratti dal regno animale, ed anzi finiscono

coll' abituarsi al grado di dare loro la preferenza; alcuni piccioni che erano stati costretti a mangiar carne, perchè avevansi privati di qualunque altro nutrimento, non vollero più in seguito grano (1). Le bestie a corni ed i cavalli cui nutronsi con pesce, vanno all' acqua per pescare, e quando le locuste devastarono le praterie, i bestiami, pressati dalla fame, non tardano a mangiarle (2).

2.° Alcuni animali vicinissimi sotto l' aspetto della organizzazione, si allontanano gli uni dagli altri riguardo al loro modo di alimentazione. Mentre che in generale i polipi vivono esclusivamente di materie animali, che le idre mangiano eziandio piccoli pesci e carne affettata, sdegnando le sostanze vegetabili, o rigettandole senza averle digerite, la *tubularia gelatinosa* si nutre dei fiori e dei semi della lente acquatica. Il maggior numero dei gasteropodi vivono di animali; ma taluni, che sono terrestri, e le aplisie, fra quelli di mare, mangiano pure delle piante. Tra i coleotteri, certi generi sono erbivori, ed altri dello stesso ordine, carnivori. Pari cosa si osserva, nella classe dei mammiferi, negli orsi e nei cetacei.

3.° Molti animali usano indistintamente di nutrimento animale e di nutrimento vegetabile. Gli uccelli palmipedi e corridori o gralle, i cui alimenti sono tratti in ispecialità del regno animale, mangiano non solo pesci, rettili, insetti e simili, ma eziandio piante acquatiche ed i loro semi. I passeri vivono in parte di frutti e di semenze, in parte d' insetti e di vermi; pochi tra essi non adottano che l' uno o l' altro di questi generi di nutrimento, ed il maggior numero usano indifferentemente di entrambi. I gallinacci sono nello stesso caso, giacchè i loro alimenti comprendono da un lato i rettili, dall' altro il fogliame di certe piante. I corvidei specialmente mangiano grani e tutte le sostanze animali cui possono incontrare, insetti, rettili, giovani uccelli, piccoli mammiferi, carogne. Fra i plantigradi, la talpa vive di vermi, d' insetti, di crostacei e di radici; il porco-spino, il tasso, il ghiottone e l' orso, di vermi, d' insetti, di rettili, di uccelli, di mammiferi, di frutti, di semi e di radici. La volpe e la martora amano i frutti e l' armellino i funghi. Mentre i rosicchianti sono generalmente destinati a vivere di materie vegetabili, il topo ghiro, il moscardino, il sermofilo, il topo criceto divorano eziandio insetti, vermi, piccoli uccelli e piccoli mammiferi. Le differenti specie del genere *mus* mangiano all' incirca tutto ciò che incontrano.

4.° Questi esempi, cui sarebbe facile moltiplicare, bastavano per mettere in evidenza ciò che è da pensare intorno all' asserzione degli

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 190.

(2) Froriep, *Notizen*, t. XXXVII, p. 55.

scrittori, i quali pretesero dover l'uomo trarre il suo nutrimento da un solo dei due regni organici (1). Rousseau diceva ch'esso deve vivere unicamente di vegetali, perchè ha due mammelle, come gli erbivori, e non produce d'ordinario alla luce più di un piccino per volta. Elvezio, all'opposto, gli assegnava la carne per nutrimento esclusivo, atteso la brevità del suo intestino cieco. Riesce già evidentissima la futilità di simili argomenti. Tutto, nell'organizzazione dell'uomo, annuncia ch'egli è destinato ad un nutrimento misto; i suoi denti si rassomigliano a quelli dei carnivori, ma i suoi incisivi hanno in proporzione più larghezza, ed in conseguenza maggior analogia con quelli degli erbivori; i suoi canini sono più piccoli, e le corone dei suoi molari non presentano punte così prominenti; il suo stomaco si avvicina eziandio maggiormente a quello dei carnivori, ciò che d'altronde verificasi egualmente per quello del cavallo e del porco; l'intestino non è nè tanto lungo come negli erbivori, nè così corto come nei carnivori; il cieco si mostra infinitamente più corto che negli erbivori, e l'intestino anale più lungo e più ampio che nei carnivori. Aveva indicato Gall, inoltre, un carattere nella conformazione della testa; pretendeva che tirando una linea dall'apofisi zigomatica all'apofisi mastoide, ed abbassando sopra questa linea una perpendicolare che attraversi il condotto uditorio, questo divida il cranio in due metà eguali nell'uomo, mentre che la metà anteriore è maggiore negli erbivori, e la posteriore più considerabile nei carnivori, locchè indicherebbe, in questi ultimi, un più grande sviluppo del cervelletto e dei lobi posteriori del cervello. Ma l'osservazione non rafferma pienamente tale asserzione. Neppur possiamo ammettere la opinione di Broussonet, il quale pensava che la proporzione dei canini agli altri denti determini la proporzione normale del nutrimento animale al nutrimento vegetabile.

5.° Ciò che avvi di più importante, è l'istinto che induce ad usare di un nutrimento misto, e l'effetto che questo nutrimento produce sullo stato della vita. Un cibo esclusivamente vegetabile induce, generalmente, acidi nelle prime vie, flatuosità, mancanza di energia muscolare. Le materie animali contengono la sostanza alibile più concentrata; non è adunque necessario prenderli in sì gran copia; caricano esse meno gli organi digerenti, e già per questo motivo, come perchè sono dessè più facili ad assimilarsi; finalmente procurano maggior forza muscolare; ma il loro uso esclusivo genera la pletora, e predispone tanto alle malattie infiammatorie quanto alle secrezioni anormali, principalmente dei reni

(1) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 189.

(§. 853, 10.º) e della pelle. Un nutrimento misto riunisce i vantaggi degli altri due, e può essere modificato in ragione delle circostanze; così, ad esempio, gli alimenti tratti dal regno vegetabile sono preferibili ogni volta che le azioni vitali soffrono un sopraeccitamento qualunque, ed il vitto animale conviene, all'opposto, nei casi in cui l'eccitamento non basta, come dopo le grandi perdite.

III. Si cercò di determinare il grado di alibilità di una sostanza giusta i principii chimici che entrano nella sua composizione. Ammette Prout essere il carbonio il principio nutritivo propriamente detto, e che la proprietà nutriente di un alimento è proporzionata alla quantità che esso ne contiene. In questa ipotesi, i materiali immediati dei corpi organizzati dovrebbero essere disposti nella maniera seguente:

gomma	0,422
zucchero	0,424
amido	0,435
gelatina	0,478
albumina animale	0,528
fibrina	0,533
albumina vegetabile	0,549
materia caseosa	0,597
grasso	0,760

Tuttavia gli alcaloidi, le resine e gli olii essenziali contengono più carbonio che certe sostanze alibili, od eziandio che tutte. Secondo Davy, l'alibilità delle piante corrisponde alla quantità che esse contengono di principii solubili nell'acqua, d'onde avviene che la gomma dovrebbe essere assai nutriente, e l'olio grasso niente affatto. Si volle altresì determinare il grado di proprietà nutritiva delle diverse specie di carne giusta la porzione della gelatina, dell'albumina e della fibrina che vi si trovano contenute, ed in conseguenza si disposero come segue:

capibara	0,18
merluzzo	0,21
porco	0,24
vitello	0,25
bue	0,26
gallina	0,27
montone	0,29

Può non di meno accadere che lo stesso principio immediato comporti modificazioni particolari in ogni specie di animale, e che in conseguenza vi posseda una grado speciale di alibilità. Appartiene adunque alla sola esperienza decidere sotto tale aspetto, ed essa vi perviene più facilmente negli animali, a motivo della semplicità del loro vitto. Ma gli animali ne somministrano la conferma di un fatto che scorgesi pure nell'uomo, cioè, che la proprietà di nutrire convenevolmente non dipende soltanto dalla quantità dei principii alibili, e si attiene eziandio al volume degli alimenti; d'onde risulta che ad un nutrimento concentrato devonsi aggiungere sostanze meno nutritive, presentanti agli organi digerenti una massa bastevole per l'esercizio della loro azione vitale. Non si può, d'altronde, giudicare del grado di alibilità di una sostanza, nè colla scorta del solo sentimento di sazietà, che dipende dallo stato di eccitamento dello stomaco, nè secondo l'azione che questo o quell'alimento esercita sullo stato delle forze, dappoichè sonvi certe sostanze, le quali accrescono o diminuiscono la energia muscolare senza molto nutrire.

IV. Magendie (1) trovò che i cani nutriti unicamente con zucchero, gomma, olio di oliva e burro, dimagransi, indeboliscono, sono attaccati da ulcerazioni alla cornea, con abbondante secrezione delle glandole palpebrali, e periscono all'incirca dopo cinque settimane, e che gli asini ai quali non si dà che riso cotto, non vivono più di quindici giorni. Egli da ciò conclude che le sostanze non azotate non hanno il potere di sostenere la vita; e le obbiezioni accampate contro siffatta proposizione gli sembrano senza valore, atteso che se le caravane vivono di gomma nei deserti africani, esse non rimangono mai alla lunga soggette a questo vitto, che i Negri non mangiano mica zucchero, ma canna da zucchero, e che i popoli cui nutronsi di riso o di maiz, vi aggiungono eziandio latte e formaggio. I fatti osservati da questo fisiologo furono comprovati da altri. Secondo Lassaigue ed Yvart (2), alcuni porci d'India nutriti collo zucchero, coll'amido e coll'acqua distillata, periscono dopo otto giorni, ed i sorci dopo quindici giorni; le pecore, nutrite con zucchero ed acqua, non vivono che venti giorni, secondo Macaire e Marcet (3); per avviso di Gmelin e Tiedemann (4), alcune oche vissero quindici giorni colla sola gomma, venti collo zucchero e ventisette coll'amido. In quanto a ciò che concerne lo zucchero,

(1) *Compendio elementare*, t. II, p. 389.

(2) *Giornale di chimica medica*, t. IX, p. 271.

(3) *Annali di chimica*, t. LI, p. 386.

(4) *Ricerc. sulla dig.*, trad. di A. J. L. Jourdan, t. II, p. 213, 218, 224.

gli agronomi già sapevano che esso conviene soltanto fin a certa dose, e che le barbabietole non possono servire da sè sole all' alimentazione dei bestiami (1). Narra altresì Foderè (2) che gli abitanti del dipartimento delle Alpi marittime, allorquando nutronsi di fichi secchi, in mancanza di cereali, diventano pallidi, deboli e valetudinarii, e che alcuni bambini, i quali non avevano mangiato, per tutta una giornata, altro che zucchero in gran copia, furono colti da febbre, con eruzione cutanea e furuncoli. Riconobbe tosto Magendie che i cattivi effetti del vitto adoprato nelle sue esperienze non dipendevano unicamente dalla mancanza di azoto, ma procedevano inoltre dalla uniformità del nutrimento; giacchè gli animali perivano eziandio allorquando si assoggettavano all' uso esclusivo di una sola specie di alimenti azotati: i cani nutriti con formaggio o uova dure, dimagransi, s' indeboliscono e perdono il loro pelo; quelli, ai quali non si dà che pane bianco ed acqua, muojono atrofici in capo a sette settimane, e se nel corso della sesta settimana, si rimettano al loro cibo ordinario, lo divorano avidamente, ma senza che esso possa ned arrestare i progressi del deperimento, ned impedire la morte. Alcune oche alle quali Tiedemann e Gmelin (3) non diedero che albumina cotta, soccomberono dopo 46 giorni. Edwards e Balzac (4) riconobbero che alcuni cani, nutriti con zuppa di pane, gelatina ed acqua, nelle stesse proporzioni di quelle che costituiscono un buon brodo di carne, dimagransi e muojono in alcune settimane; che il pane e l' acqua soli inducono ancora più prontamente questo risultato; che al contrario l' addizione del brodo lo previene; che in conseguenza la gelatina è nutriente, a dir vero, ma non procura da sè sola bastevole nutrimento. Giovani cani, alimentati con questa sostanza, assunsero bensì talvolta dell' accrescimento, ed aumentarono di peso, ma dimagrironsi e perdettero la loro forza; per solito, il peso dell' animale crebbe alquanto pel passaggio da un modo di alimentazione all' altro; d'altronde, le tavolette di brodo preparate con ossi non operano altrimenti della colla-forte, sebbene con alcune differenze, secondo gli individui. Ecco quali furono i risultati delle diverse esperienze:

(1) *Thaer, loc. cit., t. IV, p. 370.*

(2) *Saggio di fisiologia positiva, t. III, p. 15.*

(3) *Ricerche sulla digestione, t. II, p. 231.*

(4) *Archivii generali, 2.a serie, t. I, p. 319.*

	DURATA in giorni.	Peso in grammi nel principio.	PESO ALLA FINE.		STATO alla fine.
			in grammi.	in millimetri.	
I. { a. Zuppa di gelatina b. Pane ed acqua c. Zuppa grassa	75	2350	2285	— 27	cattivo aspetto, vicino a morire. sano.
	20	2285	1883	— 175	
	14	1883	2943	+ 562	
II. { a. Zuppa di gelatina b. Carne e pane c. Zuppa di gelatina d. Pane ed acqua e. Zuppa grassa	16	1107	1230	+ 111	debole. sano.
	36	1230	1996	+ 622	
	21	1996	2025	+ 14	
III. { a. Zuppa di gelatina b. Pane ed acqua c. Zuppa grassa	23	2025	1992	— 16	debole.
	14	1992	2881	+ 295	
IV. { a. Zuppa di gelatina b. Pane ed acqua c. Zuppa grassa	81	3433	3320	— 32	morlo.
	19	3220	3024	— 89	
	14	3024	3759	+ 243	
V. { a. Zuppa di gelatina b. Pane ed acqua c. Zuppa grassa	86	2384	2107	— 116	morlo.
	25	2107	1593	— 243	
VI. { a. Zuppa di gelatina b. Pane ed acqua c. Zuppa grassa	47	1656	1283	— 255	morlo.
	34	4163	3954	— 50	
	20	3954	3490	— 117	
VII. { a. Carne b. Zuppa di gelatina c. La stessa con alquanto brodo.	19	3490	4151	+ 189	morlo.
	17	2124	2264	+ 65	
	30	2264	1697	— 250	
	25	1697	2143	+ 262	

Ma ciò che avvi di più sorprendente ancora, si è che, giusta le osservazioni di Magendie, i conigli non vivono al di là di quindici giorni se dassi loro un solo dei propri alimenti ordinarii, e sempre lo stesso, carotte, cavoli, orzo e simili. (Feci la seguente esperienza sopra tre conigli non ancora affatto adulti, provenienti dalla stessa portata, ed in tutto simili gli uni agli altri in quanto al sesso, alla grossezza, al colore ed al resto della conformazione. Ad uno non diedi, oltre dell' acqua, altro che pomi di terra, che gli furono somministrati a discrezione; ne mangiò egli sette oncie il primo giorno, sei soltanto nel secondo giorno, e così di seguito di meno in meno; il suo peso, che era di 161 dramme il settimo giorno, era ridotto, al terzo giorno, a 93 dramme; l' animale morì questo giorno, affatto esaurito e dimagrato. Il secondo coniglio fu nudrito egualmente, con solo orzo; ne consumò il primo giorno venti dramme, il terzo quattordici, poi ogni giorno sempre in meno fin a quattro dramme; il peso del suo corpo ascese, durante i primi quindici giorni, fin a 182 dramme, poi ricadde a 164 nella terza settimana; la morte avvenne nella settimana seguente. Il terzo coniglio ricevette alternativamente un giorno pomi di terra, e l' altro orzo; consumò, termine medio, 44 dramme dei primi, ed 8 di orzo ogni giorno; il suo peso crebbe fin ai diecinnove giorni; era allora di 204 dramme; ma siccome allora rimase stazionario, presentai all' animale, nella terza settimana, pomi di terra ed orzo ad un tempo; mangiò dei primi 20 in 24 dramme, e del grano sei dramme al giorno, conservando la sua sanità e vivacità (1)). Tutti questi fatti si accordano con altri molto conosciuti; un nutrimento uniforme non è assolutamente sprovveduto di proprietà alibili; giacchè certi animali inferiori, in ispezialità i bruchi, sono costretti ad una sola specie di nutrimento, e sonvi eziandio alcuni mammiferi, i quali sopportano benissimo simile vitto. Magendie vide un gallo conservare la sua sanità, sebbene non gli si desse che riso, il quale non contiene azoto, ed un cane non cadere neppur malato sotto la influenza del pane bigio per unico alimento. Così pure, secondo Collard de Martigny, i giovani animali, ai quali dassi fin dappprincipio un nutrimento semplice, prosperano tuttavia, mentre diviene pernicioso a quelli di età più avanzata, i quali contrassero già l' abitudine di un nutrimento misto. Ma, generalmente parlando, la varietà degli alimenti riesce meglio, ed essa costituisce un bisogno per gli animali superiori. Non avvi uccello, il quale si contenti di una sola sorta di alimenti, sebbene ciascuno abbia il proprio nutrimento favorito, col quale prospera meglio che con

(1) Giunta d' Ernesto Burdach.

qualunque altro (1). Ogni mammifero erbivoro ha parimenti un cerchio di alimentazione di cert' ampiezza; riconobbe Linneo che la

capra mangiava	449	piante sopra	575
pecora ———	387	—— ———	528
vacca ———	276	—— ———	494
cavallo ———	262	—— ———	474
porco ———	72	—— ———	243

Osservasi d'altronde, sopra gli animali che nutronsi, che gli uni amano maggiormente la varietà, e che essa piace meno ad altri, che, ad esempio, i porci d'India non tardano ad annoiarsi di nutrimento sempre lo stesso (2). La varietà degli alimenti presi simultaneamente esercita altresì una salutare influenza; si osservò che le viverre genette, le quali vivono di carne e di vegetali, non sono tanto compiutamente nudrite allorchando dassi loro un giorno carne ed il domani pane e latte, come quando si somministra loro ogni giorno queste due specie di alimenti ad un tempo (3), e, per ingrassare i bestiami, si presenta loro un nutrimento misto, verbigrazia pomi di terra con fieno (4). L'uomo è egualmente determinato dal suo gusto, tanto a variare i suoi alimenti, come a combinarli insieme in varie maniere, a mescolare lo scipito col piccante, il grasso col salato, l'azotato coll'acido vegetabile e simili, combinazioni che careggiano il suo palato, nel tempo stesso che accrescono la digestibilità. Riconobbe Prout (5) che un'alimentazione compiuta richiede l'associazione delle tre classi di sostanze nutritive per lui ammesse od almeno di due fra esse. Camerone (6) parla di due donne, le quali, sotto l'influenza di un vitto esclusivamente composto di tè e di pane imbutirrato, divennero talmente scorbutiche che una di esse morì; l'altra non ricuperò la sanità che cambiando la sua maniera di vivere. Le prove eseguite da Stark sopra sè stesso provano, in generale, i cattivi effetti di un cibo uniforme, ma non conducono ad altro risultato. Questo sperimentatore principiò dal

(1) Naumann, *Naturgeschichte der Voegel Deutschlands*, t. I, p. 89.

(2) Bechstein, *Gemeinnuetzige Naturgeschichte Deutschland*, t. I, p. 899.

(3) Froriep, *Notizen*, t. XXXV, p. 264.

(4) Thaer, *loc. cit.*, t. IV, p. 369. — Hurtrel Darboval, *Diz. di medicina di chirurgia e d'igiene veterinarie*, art. INDIGESTIONE, t. III, p. 255. Parigi, 1838.

(5) Froriep, *Notizen*, t. XXXI, p. 228.

(6) *New theory of the influence of variety in diet in health and disease*. Londra, 1732.

prendere soltanto pane ed acqua durante 45 giorni, cioè: 20 oncie di pane ogni giorno durante i dodici primi, 30 durante i 25 seguenti, e 38 nel corso degli otto ultimi; il peso del suo corpo scemò di otto libbre. Così indebolito, e senza prendersi il tempo di rimettersi nello stato normale, passò immediatamente al cibo di pane e zucchero, continuato per un mese, poi a quello dell'acqua e dell'olio di oliva, durante tre settimane, e va parlando, finchè da ultimo perì all'ottavo mese. Ottenne Rumford risultati più interessanti da osservazioni praticate per molti anni, sul nutrimento dei poveri; l'alibilità di un alimento dipende meno, per suo avviso, dalla quantità dei suoi principii nutrienti, che dalla scelta dei condimenti e del modo di preparazione col fuoco; soddisfatte queste condizioni, basta una piccolissima quantità di alimenti solidi pel mantenimento della sanità; una porzione sufficiente per satollare compiutamente un adulto sano della zuppa preparata giusta la sua ricetta, non contiene più di sei oncie di sostanza solida, consistente in orzo brillato, piselli, patate e pane.

2. SOSTANZE INORGANICHE.

§. 937. Fra i materiali immediati dei corpi organizzati, ve ne ha eziandio che s'incontrano nel regno inorganico (§. 836, 1.^o-3.^o), e che devono essere ammessi nell'interno dell'organismo in sostituzione delle perdite comportate, i quali, per conseguenza, devono considerarsi come alimenti. Non essendo mai queste sostanze inorganiche allo stato di purezza nel corpo vivente, e presentandosi sempre combinate con una materia organica particolare, non possono dispiegare proprietà alibili se non in quanto sono riunite a sostanza organica. Perciò esse differiscono dagli alimenti della serie organica; tuttavia la differenza è soltanto relativa. Prescindendo dal non trovarsi veruna delle diverse sostanze organiche allo stato d'isolamento in un organo, e non poter far l'ufficio di nutrimento (§. 936, IV), esse perdono altresì in parte quest'ultima proprietà allorchando non sono combinate con sostanze inorganiche. In quanto a ciò che concerne queste, la sola acqua può, fin a certo punto, adempiere l'ufficio di alimento.

I. L'acqua, più o meno combinata, forma parte costituente del sangue come altresì di tutte le parti solide e liquide dell'organismo.

1.^o È dessa la base di tutti gli alimenti liquidi, e passa nel sangue. Trovò Schultz, come termine medio di tre osservazioni (1), che un bue, il

(1) *Giornale di Hufeland*, 1838, fasc. IV, p. 27.

quale abbia testè bevuto, ha nel sangue 0,057 di acqua più di prima, e che di 72 libbre di acqua cui esso inghiotte, quasi quattro passano prontissimamente nel torrente della circolazione; in uno di questi animali, il quale non aveva bevuto da 24 ore, il sangue non conteneva che 0,775 di acqua, mentre che dopo aver desso bevuto abbondantemente, la quantità di quest'ultima vi ascendeva a 0,840. Al dire di Botta, i cammelli, cui una lunga astinenza nel deserto fece smagrire, riprendono la loro antica grassezza dacchè, giunti presso una fontana, riposano alquanto e mangiano un pugno di foraggio; questo effetto però proviene evidentemente da certa turgescenza dipendente dall'aumento della massa del sangue per l'acqua, dacchè i vasi capillari, fin allora avvizziti, empionsì di nuovo. L'istinto dimostra altresì essere l'acqua ciò che avvi di più necessario per la formazione del sangue; osservò Piorry che una perdita abbondante di sangue fa nascere viva sete, senza fame. In fatti l'acqua deve costituire la base del sangue e tenerne i principii disciolti in giusta proporzione. Un cane fu privato di alimenti e di bevanda per 24 ore, in capo ai quali gli si presentò acqua, di cui gli se ne fece ingoiare ancora mezza libbra dopo che aveva bevuto. Mezz'ora più tardi lo si uccise. Il canale toracico era ingorgato di liquido, ed aperto il condotto, ne flui gran copia di linfa poco densa, bianco-giallastra, formante una rapida corrente. Questa linfa conteneva pochissima sostanza coagulabile, giacchè, solo in capo ad un'ora si vide comparire, di mezzo al liquido limpido, un piccolo grumo di chilo, il quale, dopo 24 ore di riposo, era ridotto ad alcuni fiocchi. La sierosità, esaminata col microscopio, non conteneva che globetti linfatici chiari, e molto distanti gli uni dagli altri. Il sangue venoso sembrava bensì, in generale, più scorrevole del consueto, ma il microscopio comprovò che i globetti del sangue non vi mancavano. Lo stomaco e l'intestino tenue contenevano ancora alquanta acqua mescolata al muco. La stessa liquidità del chilo fu osservata in un cane colto dalla malattia, che, per molti giorni prima di essere ucciso, non aveva preso che nutrimento liquido. In quello, il chilo non presentava la minima traccia di lattescenza, era giallo e limpido, come la urina molto carica. Considerabilissima ne era la quantità, ed un'ora dopo l'apertura della cisterna, ne fluiva ancora. Qui egualmente non si potè scoprire col microscopio, altro che globetti chiari distantissimi gli uni dagli altri, ed il liquido, ricevuto in vetri di oriuolo, non formò grumo regolare, ma si coprì soltanto di sottilissima pellicina di sostanza coagulata. Devo indicare come formante contrasto con questo stato del chilo, la densa consistenza che osservai sopra quello di un coniglio nudrito con solo orzo, e che siffatto nutrimento uniforme aveva fatto

perire di fame; il canale toracico e la cisterna non contenevano che poca quantità di chilo molto denso, cui stentatamente si faceva uscire dal vaso mediante la spremitura; questo chilo era giallastro e limpido; il microscopio vi mostrava pochi globetti sparsi in una sostanza omogenea limpida e gelatiniforme (1).

2.° Tutti gli alimenti solidi contengono acqua allo stato di combinazione; ma diventano più facili a digerire quando vi si aggiunga acqua allo stato di libertà. Se diasi agli animali solo foraggio, producesi, secondo Leuret e Lassaigne (2), men chilo di quando ad un tempo si fanno bere.

3.° La nutrizione mediante i liquidi è generalmente propria ai gradi inferiori della vita (§. 927, 1.°), e là, specialmente nei vegetali, l'acqua può servire di nutrimento, anche senza essere mescolata di sostanze organiche. Dopo aver fatto Duhamel germogliare fagioli fra spugne umide, li pose entro caraffe, in maniera che le radici si immergessero nell'acqua; le piante giunsero a tre piedi di altezza, e talune diedero piccoli frutti. Agendo in pari modo, conservò egli alcuni castagni due anni, un mandorlo quattro anni, ed una quercia otto anni nell'acqua della Senna feltrata e chiara; per dir vero, la quercia assunse minor accrescimento durante i due ultimi anni, atteso che le sue radici sembravano patire; non di meno aveva uno stelo alto più di diciotto pollici, e la cui circonferenza era di circa venti pollici (3).

Seminò Tillet alcuni grani di biada in sabbia pura od in vetro polverizzato, cui innaffiava con acqua; ottenne così alcune piante, le quali avevano radici straordinariamente numerose e lunghe, e che diedero grani maturi (4). Avendo Crell seminato dell'elianto in sabbia umida (5) e nella polvere di ciottoli arroventati, cui innaffiava con acqua distillata, ottenne piante i cui grani, trattati in pari modo l'anno seguente, riportarono egualmente grani maturi (6). Vide Abernethy germogliare semi di cavolo sparsi sopra flanelle imbevute di acqua distillata; un coniglio nutrito esclusivamente colle erbe che ne provenero, cadde malato dopo otto giorni, ma si ristabilì prestamente dacchè gli si diede ad un tempo alquanto orzo; tuttavia la copia del grano non oltrepassò venti dramme in otto giorni, durante i quali il peso dell'animale aumentò di otto dramme.

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *Ricerche sulla digestione*, p. 197.

(3) *Storia dell'Ac. d. le scienze*, 1748, p. 275.

(4) *Ivi*, 1772, p. 118, 123, 136.

(5) *Crell, Chemische Annalen*, 1799, t. II, p. 111.

(6) *Gehlen, Journal fuer Chemie*, t. IX, p. 157.

Seminò Schrader cereali nel fior di zolfo bagnato con acqua distillata e contenuta in vasi di vetro o di porcellana ricoperti con una campana; i semi germogliarono e diedero stoppie di dodici in quattordici pollici; queste portavano altresì corte spiche, ma che fiorirono; disseccate pesavano cinque volte più dei semi da cui provenivano (1). Braconnot seminò 36 grani di senape bianca nel litargirio bagnato di acqua distillata, avendo cura di coprire il vaso con campana di vetro sospesa, per allontanare la polvere; svilupparonsi piante, le quali fiorirono e portarono semi; queste piante pesavano 1694 grani fresche e 561 secche. Ottenne eguale risultato seminando il senape nel fiore di solfo o nella cenere di piombo, con acqua distillata (2). Seminò Boussingault 29 grani di trifoglio in sabbia preventivamente arroventata; le piante che ne provennero pesavano 67 grani in capo a tre mesi; alcuni piselli, trattati egualmente, ed il cui peso era di 17 grani, diedero, nello stesso tratto di tempo, piante pesanti 72 grani, che erano cariche di fiori e di semi perfetti (3). L' *epidendron flos aeris* si nutre della umidità sparsa nell' atmosfera.

Se le piante possono trovare il loro nutrimento nell' acqua sola od associata a sostanze solide non assimilabili, ma non vi riescono però sempre, ed in generale non vi prosperano, dobbiamo aspettarci la stessa cosa riguardo agli animali. Qui anzi si presentano alcune difficoltà particolari. Se gli animali vivono nell' acqua comune senza prendere altro nutrimento, gli infusorii che questo liquido contengono sono un rifugio agli amatori delle spiegazioni; in quanto all' acqua distillata, essa non è naturale, e non può sostituire l' altra che in modo imperfettissimo, ma somministra una prova tanto più concludente, allorquando sola essa basta all' alimentazione. Pose Abernethy dodici sanguisughe in un bicchiere pieno di acqua distillata cui coperse con doppia carta trapassata da piccoli fori; dopo tre mesi, otto di questi animali vivevano ancora, ed il loro peso era aumentato di 40 grani. Sopra 200 girini di rane posti in acqua distillata rinnovata ogni otto giorni, colla precauzione di coprire il vaso con pannolino fino, 40 vivevano ancora dopo un mese, e quattro avevano terminata la loro metamorfosi; se fossersi nutriti d' infusorii, avrebbe convenuto per lo meno che questi trovassero il proprio nutrimento nell' acqua. Le esperienze fatte da Willer (4) non furono tanto fortunate, non di meno

(1) *Zwey Preisschriften*, p. 28.

(2) *Gehlen*, loc. cit., t. IX, p. 134.

(3) *Annali di chimica*, t. LXXVII, p. 18.

(4) *Diss. sistens experimenta circa animalium classium inferiorum incrementum et vitam*. Halle, 1817.

cinque girini di rane vissero nella sola acqua; il loro peso erasi ridotto da 960 grani ad 830 nell' acqua distillata, ed a 947 soltanto nell'acqua di riviera pura. Tenne Fordyce, per sei mesi, alcuni pesci dorati in un vaso di vetro chiuso, contenente acqua distillata carica di aria atmosferica; essi evacuarono escrementi e crebbero. Prova poi che l'acqua può mantenere la vita dello stesso uomo, il fatto che le persone rimaste gran tempo senza pigliare alimenti, avevano costume di bere acqua (1); così, per limitarci a due esempi, la giovane osservata da Spiritus (2) si contentò, per quattro mesi, di bere ogni giorno due caraffe di acqua, ed un giovane ipocondriaco che aveva presa la risoluzione di rinunciare a qualunque nutrimento, visse due mesi intieri, non assumendo ogni giorno che mezzo in un boccale di acqua, con alquanto succo di arancio; passato questo tratto di tempo, esso era estremamente debole, dimagrato ed alienato (3).

4.° La proporzione normale degli alimenti alle bevande fu stimata da

Cornaro	di	1 : 1,16
Rye	—	1 : 1,33
Robinson	—	1 : 2,50
Santorio	—	1 : 3,33
Linings	—	1 : 3,36 (4).

Ma non si può stabilire nulla di generale in tale riguardo; fa d'uopo ora più ora men bevanda, secondo che gli alimenti contengono più o men acqua, che la traspirazione, ed, in generale, la perdita dei succhi furono più o men considerabili, che la costituzione tende più alla secchezza od alla umidità, che l'assorbimento cutaneo e polmonare è più o meno attivo, che l'atmosfera è più o men carica di umidità. Gli animali di preda e gli erbivori, che vivono di erbe molli e succose, hanno, generalmente parlando, men bisogno di acqua. Così gli uccelli rapaci, ad esempio, possono farne a meno per molti mesi, mentre che le galline ed i piccioni, che inghiottono grani intieri, devono prenderne molta. Tuttavia le particolarità della costituzione stabiliscono sotto questo aspetto considerabili differenze; la pecora richiede poca acqua; un nutrimento acquoso, come quello somministrato dalle piante di palude e l'aria umida la fanno cadere malata; il

(1) Haller, *Element. physiolog.*, t. VI, p. 176.

(2) Nasse, *Zeitschrift fuer psychische Aerzte*, 1822, fasc. I, p. 196.

(3) *Archivii generali*, 2.a serie, p. 577.

(4) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 257.

coniglio, la capibara e simili, non bevono quasi mai, e muoiono, secondo Leuret e Lassaigue (1), quando si pongono al secco; le bestie a corni, in onta dell'abbondanza dei succhi contenuti nei loro alimenti, abbisognano di gran quantità di acqua, e le ardee bevono altresì molto. Il cammello deve la sua facoltà di poter rimanere alla lunga senza bere, alla rarità di sua traspirazione ed all'abbondanza tanto della propria saliva che della secrezione cui avviene nel suo ruminare. Gli animali abbisognano meno di bevanda nell'aria umida, la qual cosa fa sì che alle Antille, per quanto si dice, bevano meno. Se gli uomini ed i bestiami sono più massicci nei luoghi umidi, e più svelti nelle contrade montuose e secche, ciò proviene in parte dall'azione immediata dell'atmosfera, ed in parte dalla natura degli alimenti. Qui pure il più o meno di potere assorbente alla superficie esterna induce parecchie differenze, giacchè, ad esempio, le cipolle, ed i tubercoli germogliano sotto la sola influenza dell'aria umida, e l'*epidendron flos aeris* non richiede che un suolo umido.

II. Il cloruro di sodio è, prescindendo da poche eccezioni (2), un bisogno per l'uomo. Esso favorisce la digestione stimolando gli organi, e s'introduce nella massa del sangue. Dicesi che il sudore è più salato del consueto negli abitanti delle spiagge marittime e nelle persone che consumano molto sale (3). Tra gli animali, i ruminanti specialmente sentono il bisogno di questa sostanza (4). Essa sembra essere loro principalmente necessaria nelle contrade calde dell'America del Sud, ove differenti sali fioriscono in molti siti alla superficie del suolo. Nel Brasile non solo le bestie a corni ed i cavalli lecano avidamente il sal nitro prodotto nel suolo (5), ma inoltre gli uccelli si riuniscono per mangiarne ovunque dove ne fiorisce alla superficie del suolo (6).

III. È una particolarità propria a molti uccelli granivori, quella d'inghiottire pietre. Spallanzani la crede puramente accidentale, perchè alcuni piccioni cui aveva allevato, dalla loro uscita dall'uovo, senza dar loro pietre, digerivano tanto bene quanto altri, e che il loro stomaco triturava egualmente il vetro senza essere da esso ferito. Tuttavia osserva esso stesso trovarsi sempre pietre nel gozzo dei diversi gallinacci, i quali ne portano eziandio ai loro piccoli nel nido. Gli Inglesi che recansi alle Indie hanno

(1) *Ricerche sulla digestione*, p. 197.

(2) *Haller, Elem. physiol.*, t. VI, p. 218.

(3) *Blainville, Corso di fisiologia*, t. III, p. 50.

(4) *Trevirano, Biologia*, t. IV, p. 305.

(5) *Spix e Marzio, Reise in Brasilien*, t. II, p. 257.

(6) *Ivi*, t. I, p. 261.

cura di portarne per le loro galline che senza ciò dimagrano (1). È adunque verisimile che queste piccole pietre facciano qui l'ufficio di denti stomacali, e che servano ad un tempo a stimolare il gozzo. Ma se ne rinvenne spesso nello stomaco d'altri animali, per esempio, delle oloturie, dei pirosoni, delle lumache, dei lumaconi, delle jule o millepiedi, dei chirocefali, dei coccodrilli, degli uccelli da preda, delle foche, del lupo, dell'elefante, del pangolino (2), dell'ornitorinco (3), certa sabbia di cui è difficile comprenderne colà gli usi.

IV. Si ammette generalmente che la terra serva di alimento reale ai vegetali, ma che negli animali, i quali ne inghiottono, essa posseda un ufficio meccanico, quello di riempire gli organi digerenti. Si presenta però il quesito di sapere se non avvi qui egualmente una semplice differenza relativa tra i due regni organici. Pel momento, ci limiteremo osservare che certi animali invertebrati sembrano mangiar terra per nutrirsi. Pallas non trovò mai altro che sabbia fina, nell'intestino del *lumbricus echiurus*, e presume che certi altri vermi marini si nutrano pure di terra grassa. Osservò Bonnet che la rigenerazione delle parti perdute si effettua con più prontezza nei lombrici terrestri che mangiarono terra, che in quelli i quali rinvennero il proprio nutrimento soltanto nell'acqua (4). Secondo Gaspard (5), la terra che i lumaconi mangiano tratto tratto, somministra i materiali che servono alla costruzione della loro conchiglia. La larva dell'efemera non mangia che argilla, per asserzione di Swammerdam (6), ed il suo colore varia secondo quello dell'argilla di cui forma il proprio nutrimento. Le larve dei longipedi (*tipule*) vivono pure di sola terra, secondo Reamur. Alcuni animali vertebrati, per esempio, serpenti, lucertole, lonze (7), lupi (8), possono essere dal bisogno costretti talvolta a mangiar terra, come accade, in simil caso, ai sorci, di rosicchiare il piombo e lo stagno; non di meno si pretende che il bobaco (9) non beva mai, ed inghiotti soltanto la terra stemprata dalla pioggia. Uno strano capriccio od un istinto salutare determina talvolta certi individui a mangiare calce o terra; citasi, tra gli altri, una femmina, la quale, per 30 anni, mangiò,

(1) Blumenbach, *Kleine Schriften*, p. 43.

(2) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 268.

(3) Trevirano, *Biologia*, t. IV, p. 285.

(4) Trevirano, *loc. cit.*, t. IV, p. 284.

(5) *Giornale di Magendie*, t. II, p. 336.

(6) *Bibel der Natur*, p. 102, 106.

(7) Spix e Marzio, *Reise in Brasilien*, t. II, p. 527.

(8) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 214.

(9) Trevirano, *Biologia*, t. IV, p. 305.

ogni autunno, tre libbre di schisto marnoso nero per settimana, e se ne trovò costantemente alleviata (1). Ma sonvi intieri popoli, e ciò in tutte le parti del mondo, sotto tutti i climi, nei quali generale è l'uso di mangiare la terra, tanto per mancanza di alimenti propriamente detti, quanto per effetto di un gusto particolare, e che ora se ne trovano bene, ora nucono così sensibilmente alla propria sanità. Molti autori si compiacquero raccoglierne parecchi esempi (2). Aveva già detto Gumilla (3), ed Humboldt dipoi lo confermò, che nell' America meridionale, durante la stagione delle pioggie, allorquando gli straripamenti dell' Orenoco impediscono la caccia alle tartarughe, gli Otomachi fanno il loro principale nutrimento di un' argilla grassa e ferrifera, di cui essi consumano fin ad una libbra e mezzo per giorno, senza nulla aggiungervi, e che essi considerano come buon alimento, perchè li sazia e non reca verun danno alla loro sanità. Spix e Marzio (4) ne insegnano che gli Indiani dei margini della riviera delle Amazzoni mangiano spesso della creta, anche allorquando non mancano loro altri nutrimenti. Al detto di Molina, i Peruviani mangiano talvolta una specie di argilla di odore piacevole, e sui mercati della Bolivia vendesi un' argilla mangereccia, che Ehrenberg trovò essere un miscuglio di talco e mica. Gli abitanti della Gujana mescolano al loro pane un' argilla di piacevole odore, secondo Gili, e Mason assicura che, in mancanza di altri alimenti, i Negri della Giamaica cibansi di terra. Per asserzione di Labillardiere, gli abitanti della Nuova Caledonia si satollano, in caso di necessità, con una steatite bianca e friabile, la quale è composta, secondo Vauquelin, di magnesina, silice, ossido di ferro, con alquanto calce e rame. Dice lo stesso autore che a Java compongonsi alcune focacce di un' argilla ferruginosa, che gli uomini mangiano quando vogliono smagrirsi, e di cui usano le donne specialmente durante la gravidanza. Chandler assicura che nel paese di Siam le donne ed i bambini mangiano steatite, e che nei dintorni di Seringpatan fassi altrettanto di una specie di argilla. I Negri della Guinea condiscono di frequente il loro riso, secondo Forster, con una terra saponosa, la quale non nuoce mica alla sanità; giunti alle Indie occidentali essi ricercano una terra analoga, ma che riesce loro malissimo, mentre, per asserzione di Hunter, l'uso dell'argilla bianca di cui si si giova

(1) *Giornale di Hufeland*, 1809, fasc. 3, p. 104.

(2) *Gehlen, Journal fuer die Chemie*, t. VIII, p. 515. — *Bollettino di Ferussac*, t. XVI, p. 185. — *Gerson, Magazin*, t. XXV, p. 463. — *Froriep, Neue Notizen*, t. V, p. 248.

(3) *Haller, loc. cit.*, t. VI, p. 214.

(4) *Loc. cit.*, t. II, p. 527.

per fare le pipe, costa la vita a più di uno di quegli sventurati. Mangiasi del burro di montagna in alcuni siti della Siberia, secondo Georgi, ed al Camtsiatea, un' argilla composta di ossido di ferro e di alumina, giusta Pallas. Chamisso parla di tre uomini, i quali, con tal mezzo, riuscirono a conservare la loro vita nell' isola Matouai, al nord delle Aleutianne. Genberg e Rezio assicurano che gli Svedesi aggiungono talvolta alla farina una terra argillosa, e Bory S. Vincenzo dice che il pimmento o pepe usato in Ispagna a titolo di condimento, contiene ocre rossa. Finalmente i taglia-pietre di Kiffhaeuser distendono del burro di montagna a guisa di butirro sul loro pane, e Kessler, che ne informa del fatto, si sentì esso stesso ben satollo dopo averne mangiato (1).

II. DIGESTIONE.

A. Mutazioni comportate dal nutrimento.

I. PRIMO PERIODO.

a. Cambiamenti avvenuti nella cavità buccale.

§. 938. Fin dalla prima stazione del loro passaggio attraverso il corpo, vale dire nella cavità buccale, gli alimenti comportano un cambiamento più o men sensibile, secondo la durata più o men lunga del loro soggiorno. Oltre aver dessi acquistata la temperatura del corpo, e comportato un attrito meccanico, aggiungonsi alla loro massa i liquidi buccali, composti di muco somministrato dalle critte delle pareti della bocca, della saliva separata dalle glandole salivali, e di alquanto liquido proveniente dalle fosse nasali, che consiste esso stesso in un miscuglio di mucosità e di lagrime. Questo ultimo liquido giunge nella cavità buccale, all' indietro per l' apertura posteriore delle fosse nasali, al dinanzi pei condotti naso-palatini.

I. La umidità ha dapprima un effetto meccanico; lubrificando le vie, essa facilita la deglutizione ed in generale i movimenti della lingua, la quale, quando la bocca si secca, si attacca al palato, in guisa da rendere difficili la parola ed il canto. Senza di essa pure, senza lo imbevimento che essa adduce, tanto nella lingua che negli alimenti, il senso del gusto non esisterebbe. In alcuni animali, come i pichi ed i formicolieri, essa

(1) Gilbert, *Annalen der Physik und Chemie*, t. XXVIII, p. 492.

somministra alla lingua un intonaco viscoso, il quale permette di adoprare quest'organo alla maniera di panie per impadronirsi degli insetti. Le glandole sotto-mascellari e sotto-linguali, che apronsi nel piano della cavità buccale, presso il fletto, sembrano essere destinate principalmente ad umettare le pareti; giacchè desse sono più sviluppate delle parotidi nei carnivori, che inghiottono il proprio nutrimento senza masticarlo.

II. La umidità buccale serve alla digestione.

1.° Puossi già dedurlo dai fatti tratti dalla zootomia. Invero, le glandole salivali sono generalmente più voluminose e più attive negli animali che pigliano cibo vegetabile, secco o difficilmente assimilabile, che in quelli i quali vivono di alimento avente qualità inverse. Così i vasi salivali mancano nel maggior numero degli insetti carnivori, ma specialmente in quelli che vivono da parassiti. Le glandole salivali non esistono nei pesci, o non vi sono che allo stato rudimentario, e non vi si mostrano che laddove manca il pancreas. Tra i rettili, i batracchi ed i cheloniani sono quelli che le hanno meno sviluppate. Fra gli uccelli, i palmipedi ed i corridori che vivono di materie animali. Non si rinvencono nei cetacei carnivori e sono piccolissime nei mammiferi anfibi, mentre hanno molto volume nei rosicchianti, nei pachidermi, nei solipedi e nei ruminanti. Hertwig e Schultz videro una delle parotidi di un cavallo somministrare più di 55 oncie di saliva nello spazio di 24 ore. Secondo Gurlt (1), le due parotidi diedero 38 oncie di liquido in sei ore; più tardi, una sola di queste glandole ne lasciò fluire 18 in $3/4$ di ora, e le glandole mascellari 5. Sembra esservi, nei ruminanti, un afflusso considerabile di liquido nasale, giacchè i condotti naso-palatini sono sviluppatissimi, provveduti di molti nervi e muniti di guaina cartilaginosa.

2.° Siccome la saliva fluisce continuamente all'esterno nella paralisi dei muscoli buccinatori, così, nello stato normale, essa è del continuo inghiottita e condotta nello stomaco; ma la secrezione di questo liquido aumenta intanto che mangiasi (§. 846, IV), ed anche allorquando fassi sentire un gagliardo appetito (§. 847). Vide Elvezio, in un uomo, il cui canale di Stenone era aperto, la saliva fluire in sì gran copia, mentre costui mangiava, da bagnare molti fazzoletti da saccoccia (2). Più gli alimenti sono secchi e duri, più la saliva viene separata abbondantemente (§. 842, 3.°). Helm (3) valuta alle quantità seguenti quella che esso separa durante un pranzo:

(1) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 86.

(2) *Storia dell'Ac. delle scienze*, 1720.

(3) *Zwey Krankengeschichten*, p. 37.

alla zuppa	16
all' allessato con crauti	200
all' arrosto di montone	233
al vitello	397
al pane ed al salsicciotto	500.

In un cavallo a cui Girard aperse i due condotti dello Stenone, dopo averlo lasciato alla lunga senza nutrimento, fluirono più di 21 libbre di saliva durante il tempo impiegato da quest' animale a mangiare mezza libbra di fieno. Un altro, all'opposto, osservato da Hering, non diede che 10 oncie da una delle sue parotidi, mentre masticava due libbre di avena (1). Si poté eziandio comprovare la simpatia tra le glandole salivari, lo stato dello stomaco e l'appetito, in uomo, il quale erasi tagliato l'esofago; giacchè tramandava sei in otto oncie di saliva dopo che gli si aveva iniettato brodo grasso nello stomaco (2).

3.º Una perdita troppo abbondante di saliva induce cattive digestioni, anche allorquando la secrezione di tale umore non fu esagerata. Vide Ruischio, dopo l'ablazione di un male al labbro inferiore, la cui presenza cagionava scolo continuo di saliva, la nutrizione, fin allora debolissima, riprendere energia. Osservarono Reaumur (3) e Spallanzani che le pecore ed i buoi non digerivano foraggio affettato cui facevasi loro inghiottire entro tubi, sennon in quanto era stato preventivamente masticato e, per conseguenza, insalivato. Schultz (4) trovò nel ruminare dei ruminanti, ai quali avevasi dato fieno e paglia, della saliva, la quale si faceva riconoscere per le sue reazioni alcaline, e la cui secrezione era stata più copiosa a motivo della maggior resistenza che il nutrimento opponeva al lavoro della digestione. Tuttavia questo sperimentatore esagerò di molto l'ufficio della saliva, dicendo che essa possiede nella digestione maggior azione del succo gastrico; giacchè allorquando Helm (5) introduceva nutrimento non masticato attraverso la fistola, esso non n'era men bene digerito; e se pretendevasi attribuire quest' effetto alla saliva che era stata dapprima inghiottita, l'asserzione avrebbe contro di sè le reiterate osservazioni di Beaumont, dalle quali risulta che lo stomaco non contiene mai liquido quando la secrezione

(1) Gurlt, *loc. cit.*, p. 85.

(2) Mayo, *Outlines of human physiology*, p. 110.

(3) Storia dell' *Ac. delle scienze*, 1752, p. 492.

(4) *De alimentorum concoctione*, p. 99, 104.

(5) *Loc. cit.*, p. 15.

non vi è sollecitata dalla presenza degli alimenti o di altri eccitanti (1), e che stabiliscono inoltre arrossare il succo gastrico egualmente i colori azzurri vegetabili, tanto se il nutrimento fu preso per la bocca, come se fu introdotto per la fistola stomacale (2). Medesimamente riconobbe Sebastian che la fibrina, l'albumina ed il tuorlo d' uovo si disciolgono benissimo nel succo gastrico preparato arteficialmente, sia che vi si aggiunga o no della saliva (3). Ma cadrebbe in altro eccesso non meno riprensibile ove si volesse da ciò conchiudere che la saliva non contribuisse per nulla alla digestione.

III. Relativamente agli effetti di questo liquido,

1.° Si sa che esso assorbe l'aria avidamente, di maniera che quando vi fu esposto per qualche tempo, si copre quindi di spuma abbondante dacchè lo si agiti; nello stesso tempo esso aumenta nei differenti corpi l'attrazione per l'ossigeno, giacchè non solo il mercurio, il rame ed il ferro, ma inoltre il litartigirio che si tritura per qualche tempo colla saliva, si ossidano all'aria.

2.° Per virtù dell'alcali libero che esso contiene e del muco che vi si trova mescolato, rende il grasso miscibile all'acqua in guisa che il burro tenuto alla lunga in bocca vi prende l'aspetto di una emulsione.

3.° Favorisce desso la fermentazione delle sostanze amilacee; motivo per cui lo si adopra, dicesi, nella China, nella fabbricazione del pane, ed alle Indie nella preparazione delle bevande spiritose. Leuchs scoperse che l'amido, ridotto in salda mediante la bollitura, e riscaldato con saliva fresca, diventa liquido nello spazio di alcune ore, e si converte in zucchero (4). La saliva favorisce eziandio la putrefazione; l'avena schiacciata, posta a digerire con questo liquido, esala un odore di fracido dopo 24 ore, mentre che trattata in pari modo coll'acqua, essa ne tramandava uno di acido (5). Del succo gastrico, il quale ha d'altronde la proprietà di resistere alla lunga alla putrefazione, era divenuto fetido dopo alcuni giorni di mescolgio colla saliva (6). Non di meno pretende Krimer (7) che del bue in putrefazione, contenuto in una capsula di argento perforata, cui aveva fissata tra le guancie ed i denti di un cane, non esalava più odore

(1) *Neue Versuche ueber den Magensaft*, p. 66, 92-96.

(2) *Ivi*, p. 41.

(3) *Van Setten, Observ. de saliva. Groninga*, 1837, p. 54.

(4) *Kastner, Archiv fuer die gesammte Naturlehre*, t. XXII, p. 106.

(5) *Tiedemann e Gmellin, Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 22.

(6) *Beaumont, loc. cit.*, p. 56.

(7) *Versuch einer Physiologie des Bluts*, p. 17.

in capo a tre ore, e che la sua superficie era ritornata soda e rossastra, mentre l'interna era ancora molle, verde e fetida. Converrebbe ripetere la esperienza per sapere se la influenza della parete vivente non fosse qui causa di una differenza nel risultato.

4.º Osservò Krimer che la carne fissata nella stessa maniera nella sua propria bocca o nella gola di un cane, era, in capo a sei ore, pallida alla superficie, rammollita, ma non disciolta, e più pesante di un quinto o di un quarto, in ragione della umidità buccale cui essa aveva assorbito. Allorquando Beaumont (1) aggiungeva aceto ed acido cloridrico alla saliva, ed immergeva nel miscuglio 40 grani di carotta, 28 grani di tale sostanza si riducevano in un liquido che rassomigliavasi quasi a del chimo. Finalmente Krimer (2) assicura aver operato una specie di digestione artificiale col liquido lagrimale, il quale non entra, a dir vero, che per una piccolissima proporzione nella umidità buccale; aveva esso accresciuta la secrezione di tal liquido mediante il vapore dell'ammoniaca in guisa da raccoglierne una dramma sopra tre persone; v'immerse otto grani di bue; in capo a sei ore, uno strato sottile della superficie di quest'ultimo era disciolto; il liquore aveva perduto il suo carattere alcalino, e l'addizione dell'alcool vi faceva nascere un precipitato rossastro sucido. L'avena brillata gonfiossi in questo liquido, e vi divenne trasparente alla superficie.

IV. Relativamente alla maniera con cui la saliva concorre alla digestione,

1.º È chiaro innanzi tutto che, per la sua acqua ed i sali che essa contiene, riduce gli alimenti masticati in pappa, rende più liquidi quelli che sono già per sè stessi in pappa, e discioglie le parti solide, come lo zucchero, la gomma, la gelatina. Da ciò proviene che essa contenga più acqua nei mammiferi che negli uccelli, i quali non masticano minimamente i propri cibi. Tuttavia questo non è per essa che un ufficio secondario, dappoichè esiste egualmente negli insetti succhiatori ed in molti animali che vivono nell'acqua, specialmente fra i molluschi.

2.º Praticaronsi affatto di recente parecchie osservazioni sopra la natura alcalina della saliva (§§. 822, 3.º; 851, V). Arnold (3), applicando una carta colorata all'orificio del canale dello Stenone, lo trovò sempre alcalino, e Donnè (4) riconobbe che essa non aveva altro carattere nelle

(1) *Loc. cit.*, p. 176.

(2) *Loc. cit.*, p. 23.

(3) *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, p. 32.

(4) *Archivii generali*, 2.a serie, t. VIII, p. 58.

persone sane, godenti d'altronde di buon appetito, e che digeriscono bene. D'altra parte, Purkinie e Pappenheim (1) pretendono che, d'ordinario, essa abbia reazioni acide nello stato normale, e le osservazioni di Sebastian (2) tendono a stabilire che essa cambi spesso carattere, senza che si possa scorgere la minima modificazione nello stato della sanità. Tuttavia quest'ultimo fisiologo e Van Setten (3) confermano il fatto già conosciuto, che essa diventi costantemente alcalina durante la masticazione (§. 851, 5.°); Van Setten, che la esaminò in 50 persone a digiuno, la trovò alcalina in 24 casi, acida in 17, e neutra in 9; dopo il pasto essa si mostrò acida in 25 casi, alcalina in 15, e neutra in dieci; l'alcali, che compariva o la cui quantità aumentava durante il pasto, scemava o spariva quindi (4). Assicura Donnè (5) che, fuori del tempo del pasto, la saliva neutralizza l'acidità del succo gastrico, ed Eberle (6) pensa all'incirca lo stesso, perciò che dopo aver resa molta saliva di cui abbisognava per le sue esperienze, patì sete, ripugnanza per gli alimenti, e certa sensazione analoga a quella del soda nella regione del cardia, accidenti che divennero maggiori sotto la influenza degli acidi, ma che l'acqua o gli alimenti fecero sparire. Non bisogna tuttavia concedere a tale effetto molta importanza, dappoiché la saliva fu trovata più spesso acida o neutra che alcalina nelle persone a digiuno. Eberle (7) e Truttenbacher (8) attribuiscono a questo liquido, come Krimer alle lagrime, la proprietà di decomporre gli alimenti, in virtù dell'alcali che contiene; ma siccome l'alcali non vi oltrepassa un millesimo, nè giunge eziandio talvolta che ad $1/5000$ (§. 823, 8.°), così non puossi considerarlo come esercente notevole influenza, prescindendo eziandio dal non poterla esso dispiegare che durante la masticazione e la digestione, dappoiché non tarda, nello stomaco, ad essere neutralizzato dall'acido del viscere. Dobbiamo piuttosto congetturare che la saliva accresca la tendenza degli alimenti a combinarsi coll'acido del succo gastrico, e che, in conseguenza, essa renda quest'ultimo più efficace.

3.° Tiedemann e Gmelin (9) attribuiscono un potere di assimilazione

(1) Muller, *Archiv fuer Anatomie*, 1838, p. 5.

(2) Van Setten, *loc. cit.*, p. 18.

(3) *Ivi*, p. 33.

(4) *Ivi*, p. 31.

(5) *Loc. cit.*, p. 64.

(6) *Physiologie der Verdauung*, p. 151.

(7) *Loc. cit.*, p. 148.

(8) *Der Verdauungsprocess*, p. 18.

(9) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 330. — Raspail, *Nuovo sistema di chimica organica*, Parigi, 1838, t. III, p. 247.

alla ptialina della saliva. Eberle pensa che il suo muco, a motivo dell'azoto che contiene, faccia comportare una modificazione qualunque agli alimenti, ma che il suo osmazomo s' impossessi degli acidi e dei sali di questi ultimi, come la ptialina si appropria i loro alcali e che in generale la saliva serva, mediante l'azoto che entra nella sua composizione, e specialmente mediante il suo acido solfo-cianidrico, ad imprimere agli alimenti certo grado di animalizzazione. Bisogna tuttavia convenire che queste ipotesi non rendono soddisfacente ragione dell'azione chimica della saliva.

4.° Il fatto chimico più evidente è la potenza posseduta da questo liquido di trasformare l'amido in zucchero. Ci somministra degli indizii atti a valutare la sua maniera di agire. Leuchs (1) trovò che nè l'albumina nè la ptialina non producevano quest'effetto sull'amido. Secondo Sebastian (2), l'amido, posto a digerire con della saliva, perde la sua proprietà di diventare azzurro col jodio, come quando fu trattato con un alcali; in tale ultimo caso, la proprietà è ristabilita coll'aggiunta di un acido; ma nel primo, essa non lo è, e l'amido non diventa alcalino quando lo si fa digerire colla saliva. Laonde non è già questo o quel principio costituente, alcali o ptialina, ma la saliva intiera che opera in maniera da determinare la metamorfosi dell'amido, e lo stesso avviene probabilmente per quanto concerne la sua azione sopra gli alimenti in generale. Essa ne ammolisce la sostanza, li rende liquidi e più omogenei, ed aumenta la loro ossidabilità, la loro tendenza a fermentare, ad essere acidificati dal succo gastrico, in una parola la loro attitudine a decomorsi; oppure determina tale decomposizione, che perdono più o meno del carattere che avevano come parti costituenti di un corpo organizzato vivente. Questa proprietà di attaccare il carattere organico della materia, è spinta talvolta al grado che il liquido acquista estrema acrezza o la natura venefica. Qui riferisconsi evidentemente gli organi a veleno esistenti, in alcuni insetti, aracnidi ed offidiani, nel principio dell'apparato digerente; l'avvelenamento degli animali destinati a servire di preda che risulta dall'azione del loro prodotto secretorio, li predispone ad essere digeriti, e può eziandio essere considerato quale principio di digestione fuori dell'apparato digerente. Nella guisa stessa che la puntura degli insetti succhiatori è resa dolorosa dalla saliva acre cui versano nella ferita (3), così siamo in diritto di riguardare quale modificazione delle glandole salivali le glandole a veleno dei serpenti,

(1) *Loc. cit.*, p. 107.

(2) *Loc. cit.*, p. 51.

(3) *Burmeister, Handbuch der Entomologie*, t. I, p. 388.

i cui condotti escretorii attraversano i denti, e portano così il liquido immediatamente nella ferita fatta dalla morsicatura, e, secondo la giusta osservazione di Muller (5), non è obbiezione valevole contro tale ipotesi, che gli ofidiani possedano inoltre glandole salivali simili a quelle che rinvengonsi negli altri animali. Solamente andossi troppo oltre quando si pretese che la saliva in generale esercitasse un'azione velenosa, od un'azione che uccida la vita.

V. La umidità buccale non è in istato di far comportare agli alimenti tale modificazione che li converta in prodotto atto a riparare le perdite comportate dalla massa del sangue e ad essere riassorbito. Alcune sostanze incapaci di ricevere veruna elaborazione od assimilazione sono, certamente, assorbite con maggior facilità nella cavità buccale, ma esse non ve lo sono altrimenti che alla pelle. Il mercurio, l'olio di tabacco ed altri veleni operano qui con grande rapidità; si estingue la sete prendendo spesso acqua in bocca; il vino, tenuto in bocca, può restaurare ed anche ubbriacare; uomini i quali lo stato del proprio esofago non permette inghiottire, prolungano la loro esistenza per qualche tempo, teneudo spesso alimenti nella loro bocca, ma finiscono tuttavia con perire di fame.

b. *Cambiamenti operati nello stomaco.*
 da. *FENOMENI INDICANTI CODESTI CAMBIAMENTI.*

§ 939. Sonvi molte maniere di studiare la digestione stomacale.

I. La prima è, per così dire, immediata.

1.° Consiste nell'esaminare il contenuto dello stomaco in animali posti a morte durante o dopo la digestione. I cadaveri d'uomini periti di morte subitanea, di mezzo a tale lavoro, sono di raro aperti in circostanze che permettano di ritrarne molta istruzione.

2.° Rigettare, mediante il vomito appositamente provocato, gli alimenti introdotti nel proprio stomaco, come praticava fra gli altri Montegre, non conduce a risultati sicuri, giacchè il vomito aumenta molto la secrezione della saliva, in maniera che non si ottiene allo stato di purezza il contenuto dello stomaco, il quale, d'altronde, può avere già comportato una modificazione pel fatto della irritazione insolita del viscere.

3.° Gli alimenti possono essere inghiottiti entro tubi o piccole borse, cui esaminansi dopo averli ritirati, o dopo che furono rigettati col

(1) *Handbuch der Physiologie, t. I, p. 491.*

vomito, o finalmente dopo che essi percorsero tutta la lunghezza dell' intestino, cogli escrementi. Le esperienze del primo genere furono praticate da Reaumur e Spallanzani, principalmente sopra animali; quelle della seconda categoria lo furono da Spallanzani e da Helm, sopra sè stessi.

4.° Il più istruttivo è di osservare i casi nei quali, sull' uomo, la parete del ventre e dello stomaco fu perforata da una ferita o dalla suppurazione, in maniera che sia rimasto un tragitto fistoloso. Questi casi non sono rarissimi. Parla Cornax di un uomo, il quale, da molti anni, in conseguenza di ferita alla regione epigastrica, portava una fistola stomacale, per la quale faceva uscire gli alimenti a piacere (1). Covillard vide una fistola di questo genere, la quale esisteva da molti anni, e che succedette ad un colpo di fucile (2). Thomassin ne narra altri due esempi, colla scorta di Foubert e Wenzel. Osservò e guarì Attison cert'apertura, la quale era stata prodotta dalla suppurazione dello stomaco (3). Cita Van-Svietenio una donna di 60 anni, la quale ne portava una da dodici anni (4), e Burrows, un vecchio in cui la fistola, determinata da una puntura, contava la data di 27 anni (5). Guarì Crook, in una donna certa fistola sopraggiunta cinque mesi prima in conseguenza di gastritide (6). Riunì Gerard altri casi dello stesso genere (7). Tutti questi fatti non furono osservati che superficialmente, sotto l' aspetto fisiologico. Bisogna fare una eccezione pel caso di cui parlano Circaud ed Hallè, di una donna, la quale, avendo fatta all' età di 20 anni una caduta sulla regione epigastrica, fu colta, diciotto anni dopo, da un tumore, il quale si aprì più tardi mediante gli sforzi del vomito; non vide Circaud questa malata altro che nel suo 46.° di età; l' apertura era lunga 6 linee, larga sette. Helm (8), osservò per 5 anni di seguito una fistola, del diametro di due pollici, che succedette, in una donna di 50 anni, all' apertura di un' ascesso. Beaumont fece egualmente per molti anni parecchie osservazioni sopra un uomo attraverso lo stomaco e la parte inferiore del cui petto era passato un colpo di fucile carico di piccola palla; alcuni giorni dopo la ferita, le porzioni distrutte degli integumenti esterni, del pari che le parti procidenti

(1) Schenck, *Obs. med. rar. libri VII*, p. 348.

(2) *Osservazioni iatrochirurgiche*, p. 282.

(3) *Philosoph. Trans.*, t. XXXII, p. 80.

(4) *Commentaria*, t. IV, p. 955.

(5) *Simmons, Medical facts and observations*, t. V, p. 185.

(6) *Froriep, Notizen*, t. LXII, p. 11.

(7) *Sammlung auserlesener Abhandlungen*, t. XXI, p. 311-314.

(8) *Zwey Krankengeschichte. Viena*, 1803.

del polmone e dello stomaco, eransi distaccate, e la guarigione avvenne in capo ad un mese, essendosi i margini della ferita dello stomaco riuniti alla pleura ed alla pelle in maniera da lasciare una fistola del diametro di un pollice (1). Le fistole intestinali che costituiscono gli ani contro natura, sono ancora più comuni; ma il solo Lallemand (2) le fece servire alle ricerche fisiologiche. Le meno interessanti di queste fistole sono quelle nelle quali una porzione inferiore dell'intestino forma l'ano artificiale, come in una donna di cui parla Weese, la quale, da 15 anni, portava all'esterno del suo corpo una estremità di colon lunga 14 pollici, ed un'altra lunga 10 pollici, con un'apertura per la quale sola effettuavansi le egestioni; tale accidente era la conseguenza di una rottura della matrice, per la quale il feto formossi strada attraverso la regione ombilicale, lasciando dietro sè una procidenza dell'intestino (3).

Solo dopo aver poste in tal maniera le basi sulle quali deve fondarsi lo studio della digestione, puossi ricorrere ad altri mezzi (§. 949, III, IV).

II. In tutti gli animali, gli alimenti solidi sono convertiti in una massa poltacea, detta chimo. Il chimo, specialmente nei mammiferi, è d'ordinario, grigiastro, talvolta bruncio o verdognolo; ha odore e sapore scipiti, nauseosi, alcune fiato sensibilmente agri; i reattivi non vi indicano la presenza di un acido libero. Allorquando la sua formazione è compiuta, non vi si riconoscono più all'occhio gli alimenti, ed il microscopio vi fa scorgere globetti.

1.° Gli alimenti diventano dapprima umidi, poi spugnosi e molli, finalmente perdono la propria forma, e convertendosi in una pappa omogenea; quasi sempre il loro colore naturale svanisce, il verde dei vegetali ed il rosso della carne passano più o meno al grigiastro. Allorquando la massa alimentare non è mollissima nella sua totalità, trovasi la superficie già trasformata, mentre l'interno non comportò per anco verun cambiamento. Ecco quanto riscontrò Ollivier (4) in un uomo morto subitamente dopo un pasto smodato. Attribuisce Schultz (5) questo effetto al ricalcare il movimento indicato da Wilson (§. 931), dall'interno all'esterno le porzioni che furono digerite. Possiamo però convincerci, sopra sostanze solide, che la digestione si compie strato per strato; per tal guisa un pezzo di polmone

(1) *Neue Versuche und Beobachtungen ueber den Magensaft und die Physiologie der Verdauung. Lipsia, 1834.*

(2) *Osservazioni patologiche, p. 71.*

(3) *Rust, Magazin, t. XIX, p. 195.*

(4) *Billard, De la mem. muq. gastro-intestinale, Parigi, 1825, p. 82.*

(5) *Meckel, Archiv fuer Anatomie, 1826, p. 510.*

un' ardea aveva inghiottito era disciolto alla sua superficie, mentre il centro serbava per anco tutta la sua integrità (1); una palla di osso del diametro di quattro linee e mezzo, non aveva diminuito che di una linea ed un terzo durante lo spazio di 35 giorni; era dessa rimasta perfettamente rotonda, e si era ricoperta ogni giorno di uno strato superficiale di sostanza disciolta (2).

2.º Il tessuto cellulare della carne è quello che prima si scioglie; le fibre di questo si separano adunque le une dalle altre; poi compariscono come rosicchiate, e finiscono col convertirsi in pappa più o men bruna; la carne infradiciata perde il suo odore putrido e diventa più soda innanzi di sciogliersi.

3.º L'albumina liquida si rapprende dapprima in fiocchi, poi si converte in liquido lattiginoso. L'albumine d'uovo indurito comincia dal divenire molle e pellucido, come se fosse stato attaccato da un alcali. La fibrina si trasforma egualmente in una massa gonfiata, molle e pellucida, senza trama organica.

4.º Le parti tendinose danno una pappa gelatiniforme. Il derma non è disciolto che alla sua faccia interna; ma gli uccelli da preda digeriscono il cuojo del bue e del vitello (3). Gli ossi vengono digeriti dagli animali carnivori, al pari che i pesci ed i rettili (4), fra gli altri le rane (5), dalle ardee (6) e dagli uccelli di preda (7). Si fece inghiottire ad un'aquila una biglia o pallottola di osso di bue, cui l'animale vomitava ogni giorno, e di cui ogni volta la superficie era rammollita talmente che la biglia in 25 giorni disparve compiutamente. Anche i cani digeriscono gli ossi (8); un grosso osso era ridotto di $\frac{3}{10}$ in capo a 6 ore e mezzo, e un pezzo di omoplata compiutamente digerito in otto ore (9). Le sostanze organiche vengono estratte, e le parti terrose, ridotte in polvere od in ischeggie, danno agli escrementi il color bianco che assumono disseccandosi (*album graecum*). L'uomo ha meno attitudine a digerire gli ossi, sebbene non ne

(1) Spallanzani, Opere, t. II, p. 506.

(2) Spallanzani, Opere, t. II, p. 607.

(3) Spallanzani, Opere, t. II, p. 585, 586.

(4) Haller, Elem. physiol., t. VI, p. 312.

(5) Ivi, p. 515.

(6) Ivi, p. 501.

(7) Storia dell' Accad. delle scienze, 1752, p. 473. — Spallanzani, loc. cit., p. 501, 566, 579.

(8) Ivi, p. 488. — Spallanzani, loc. cit., p. 629.

(9) Meckel, Deutsches Archiv, t. IV, p. 140.

sia affatto privo (1); un *dominò* che una giovane inghiottì e rigettò dopo tre giorni per secesso, era divenuto aspro alla superficie, secondo Cooper (2), e non pesava più altro che 34 grani, mentre il peso degli altri era di 54.

5.° Il latte si coagula, o si separa in siero di latte ed in formaggio, e questo è poscia disciolto.

6.° Pretende Magendie (3) che l'acqua diventi torbida nello stomaco, che in gran parte essa passi nell'intestino ove è riassorbita, e che lasci un muco, il quale viene poscia convertito in chimo, alla maniera di un alimento. Aggiunge egli che non solo le altre bevande, ma eziandio i succhi gastrici stessi, comportano consimile trasformazione, attesochè trovossi una specie di chimo nella regione del piloro in uomini colti di morte subitanea mentre essi erano a digiuno, ed un semplice muco nella regione cardiaca dello stomaco di animali che erano rimasti uno o due giorni senza prendere alimenti (4).

7.° Le parti epidermoidi resistono alla digestione, o non vi cedono che in certi animali, e difficilmente. L'uomo evacua le pellicole dell'uva, delle altre bache, dei piselli, delle lenti e simili, senza che abbiano comportato verun mutamento. Vide Helm (5) la pelle delle pera rimanere indigerita, e le uve di Corinto o prune intiere, introdotte nello stomaco, attraverso la fistola, escire intatte colle egestioni. Scorgonsi d'ordinario le bolle di avena nelle caccole del cavallo. Trovò Cooper, nei cani, la pellicola delle patate incolume, mentre lo strato sottogiacente era disciolto (6). I pesci sembrano digerire le squame degli altri animali della loro classe; ma i peli, i corni e le unghie resistono ovunque alla digestione. Un falcone digeriva le radici dei denti, ma non lo smalto; il suo stomaco non attaccava neppure il corno, nè l'epitelio corneo del gozzo degli uccelli (7). Un cane parve aver digerito una parte dello smalto di un dente, sebbene il tessuto del pannolino che avvolgeva quest'ultimo sia rimasto intatto (8).

8.° Finchè vivono e per virtù eziandio della loro vita, gli entozoari, gli insetti, i vermi ed i rettili che giungono nello stomaco resistono alla digestione.

(1) Haller, loc. cit., t. VI, p. 314.

(2) Meckel, Deutsches Archiv, t. IV, p. 140.

(3) Compendio elementare, t. II, p. 126.

(4) Compendio elementare, t. II, p. 14.

(5) Loc. cit., p. 22.

(6) Loc. cit., t. IV, p. 138.

(7) Spallanzani, Opere, t. II, p. 584, 585.

(8) Spallanzani, loc. cit., p. 633.

III. Per quello spettasi alle altre differenze :

1.° La digestione non incomincia generalmente che nell'interno dello stomaco. Sebbene il liquido separato nel gozzo degli uccelli sia quasi sempre acido, e lo sia costantemente dopo che l'animale ha mangiato, secondo Tiedemann e Gmelin (1), sembra servire meno alla digestione propriamente detta, che a sostituire la saliva, vale dire, a gonfiare gli alimenti e renderli atti ad essere digeriti; per tal guisa il guscio delle noci piene scoppia nel gozzo dei polli d'India, mentre quello delle noci vuote rimane intatto, per ciò che esso non contiene nocciolo che possa enfiarsi per l'imbevimento (2). Spesso accade ai pesci d'inghiottire animali, i quali non possono allogarsi per intero nel loro stomaco; la porzione contenuta nell'esofago è ancora intatta quando quella che trovasi nello stomaco è già digerita (3).

2.° Il foraggio che rinviensi nella porzione cardiaca, e massime nel fondo di sacco dello stomaco dei mammiferi, è proporzionalmente meno alterato e più imbevuto di liquidi; quello che rinchiude la porzione pilorica risulta maggiormente convertito in un chimo omogeneo ed acido al massimo grado. Osservò Schultz, in un gatto che aveva mangiato un'ora prima, che il contenuto della porzione cardiaca era per anco neutro, mentre quello della porzione pilorica aveva già acquistato il carattere acido (4). La digestione sembra avere sua principal sede nella grande curvatura, e la regione che avvicina il piloro sembra essere soltanto destinata a riceverne il prodotto. Nei ruminanti il foraggio è meno alterato nel rumine, e, al dire di Schultz (5), esso esercita una reazione alcalina quando si compone di sostanze secche (paglia o fieno) perchè allora la saliva fluisce in maggior abbondanza (§. 938, 2.° 3.°), invece che gli alimenti molli (patate, carote), sono già acidificati dal succo gastrico. Le sostanze alimentari cambiano poco nel reticello; ma, fra le pieghe dell'omaso o centipelle, esse impregnansi sempre più di succo gastrico, e nel quaglio od abomaso, che somministra più acido, finiscono di convertirsi in pappa.

§. 940. È della digestione come di tuttociò che si riferisce alla fisiologia; la complicazione delle circostanze non permette di determinarne la durata altrimenti che in modo approssimativo.

I. Il tempo che scorre dalla introduzione degli alimenti fin alla loro

(1) *Ricerc. esperim. sulla digestione. Parigi, 1827, t. II, p. 150.*

(2) *Rodolfi, Physiologie, t. II, P. II, p. 91.*

(3) *Prochaska, Physiologie, p. 399.*

(4) *De alimentorum concoctione, p. 30.*

(5) *Ivi, p. 46.*

conversione compiuta ed alla loro evacuazione nell'intestino, dipende dalle condizioni dell'organismo.

1.° Dipende dapprima dalla specie. Osserva Schweigger (1) che si trovò nell'intestino delle sanguisughe una parte del sangue che esse avevano succhiato due anni e mezzo prima. La digestione è generalmente più lenta nei pesci e nei rettili che negli uccelli e nei mammiferi; accade talvolta agli Indiani di trovare nello stomaco del boa un giovane buffalo tanto bene conservato da essere loro possibile di mangiarne la carne (2). Gosse, il quale procuravasi vomiti a piacere, inghiottendo aria, aveva riconosciuto in tale maniera che gli alimenti non hanno per anco comportato verun cambiamento dopo mezz'ora, che dopo un'ora sono convertiti in pappa e che dopo due ore già la metà ne uscì dallo stomaco. Per quello concerne le osservazioni fatte sopra persone colte da fistole stomacali, la donna di cui parla Helm (3) era costretta dai dolori, due o tre ore dopo il pasto, di ritirare gli alimenti contenuti nel suo stomaco, di cui però rimaneva una parte, che passava più tardi nell'intestino. Nella donna osservata da Circault, tre ore dopo il pasto, lo stomaco lasciava scappare il nutrimento, in parte pel piloro, ed in parte per la fistola, la cui membrana mucosa protuberava allora alla maniera di cercine. In un caso analogo, seppure non è lo stesso, in cui l'orificio della fistola era distante dal piloro di un terzo della lunghezza dello stomaco, vide Richerand il chimo uscire tre o quattro ore dopo il pasto. Nel malato di Beaumont, la chimificazione era generalmente terminata tre ore o tre ore e mezzo dopo un pasto moderato, composto di carne e pane (4). Tuttavia richiede essa quasi sempre quattro o cinque ore nell'uomo in piena sanità; osservò Haller che quando pativa nello stomaco, le materie che gli ritornavano in bocca non cessavano di avere il gusto degli alimenti che sei ore dopo il pasto (5).

2.° La individualità esercita pure certa influenza. Dà Lallemand (6) come risultato delle osservazioni praticate sopra gli ani artificiali, che la durata della digestione varia per così dire ad ogni individuo, e che in conseguenza si avrebbe torto nel volere stabilire su tal riguardo veruna proposizione generale.

3.° Finalmente varia la durata nello stesso individuo, secondo lo stato

(1) *Handbuch der Naturgeschichte*, p. 570.

(2) *Zimmermann, Taschenbuch der Reisen*, t. XI, p. 236.

(3) *Loc. cit.*, p. 7.

(4) *Loc. cit.*, p. 45, 220.

(5) *Elem. physiolog.*, t. VI, p. 280.

(6) *Loc. cit.*, p. 84.

presente della vita. Comprovò Spallanzani che lo stesso animale non digerisce in ogni tempo con eguale rapidità. Forse a qualche circostanza di questo genere è d'attribuirsi lo avere trovato lo stomaco già vuoto in un uomo assassinato due ore dopo il pasto (1).

II. La evacuazione dello stomaco ed il compimento della digestione nel suo interno non coincidono sempre insieme, e sono due fenomeni cui bisogna distinguere uno dall'altro.

1.º In certi animali, il nutrimento accade di buon'ora, e prima di avere comportato notevole modificazione, nell'intestino in cui esso si converte in chimo perfetto. Ecco quanto accade, verbigrazia, nei cavalli (2). Possono questi animali mangiare per molte ore di seguito, pel motivo che il loro stomaco, se non è abbastanza spazioso per contenere tutti gli alimenti che essi prendono, possiede una forza muscolare molto energica. In altri animali, all'opposto, quest'organo non si vuota mai intieramente; lo stomaco dei bruchi contiene tuttavia alimento dopo sette e più giorni di astinenza, sebbene esso muovasi con grande vivacità durante la digestione (3). È pur raro come aveva già detto Waleo (4), che lo si trovi affatto vuoto nei cani (5) e nei conigli (6) che rimasero alla lunga senza ricevere cibo. I residui non digeriti del nutrimento di questi ultimi non sembrano avere bastevol poter eccitante, e bisogna, acciocchè lo stomaco gli espella, che freschi alimenti eccitino in esso gagliardo movimento.

2.º Lo stato della irritabilità è una delle condizioni che determinano l'epoca della evacuazione. Allorquando la fame si dà a sentire gagliardamente, lo stomaco è contratto con forza, ed espelle prontamente il cibo che penetra nel suo interno: odesi allora un rumore di gorgoglio, e sentesi il brodo od il vino spargere un calore piacevole per tutto il ventre. Tanchou, il quale fece questa osservazione (7), trovò lo stomaco in gran parte vuoto nei cavalli cui esso lasciava digiunare per ventiquattro ore, ai quali dava in seguito rafano, carote, ed altre cose consimili, e cui uccideva all'ultimo boccone, con un colpo di coltello alla midolla allungata, per

(1) *Haller, loc. cit., t. VI, p. 281.*

(2) *Hurtrel d'Arboval, Diz. di medicina, di chirurgia e d'igiene veterinarie, Parigi, 1838, t. III, p. 255.*

(3) *Rengger, Physiologische Untersuchungen, p. 12.*

(4) *Bartholin, Anatomia reformata, p. 535.*

(5) *Trevirano, Biologia, t. IV, p. 387.*

(6) *Wilson, Ueber die Gesetze der Functionen des Lebens, p. 119. — Scultz, loc. cit., p. 77.*

(7) *Froriep, Notizen, t. L, p. 310.*

aprirli tosto; i rafani erano già incamminati per oltre venti piedi nell'intestino. Allorquando la irritabilità è sospesa od estinta, il movimento pure si arresta; una donna di cui parla Abernethy, erasi avvelenata con oppio; coll'apertura del cadavere trovossi lo stomaco ancora tutto pieno dei liquidi che erano stati iniettati durante la vita (1). Haller (2) osservò che il movimento sembra essere accelerato nei casi di fistole gastriche ed intestinali, e tale asserzione non può essere spoglia di fondamento, giacchè vedesi spesso, nelle persone attaccate dall'ano artificiale, il chimo uscire già due ore dopo il pasto (3).

3.^o Bisogna aver riguardo alla proprietà stimolante speciale delle sostanze portate nello stomaco, di cui esse eccitano l'attività vitale ora in un verso ed ora nell'altro. È lo stomaco effettivamente l'organo che presenta più lati, se possiamo così esprimerci; prescindendo dalle sue relazioni intime con altri sistemi organici (§§. 957, III; 979, II), esso separa liquidi, gli uni mucosi e gli altri acidi, fluidifica e trasforma, assimila ed assorbe, è dotato di sensibilità e di motilità. Ciascuno dei suoi differenti lati ha i suoi proprii stimolanti; tale sostanza opera maggiormente sulla membrana mucosa, e tal'altra sulla muscolosa, questa sui nervi, e quella sui vasi sanguigni e via dicendo. Lasciamo ai nostri successori la cura di sviluppare questa verità; ne basti qui citare alcuni fatti relativi al passaggio delle sostanze nell'intestino. Vide Crook, in un individuo avente una fistola che aprivasi in vicinanza del piloro, essere l'acqua scacciata nello spazio di venti secondi (4). Giusta le osservazioni di Coleman in sei minuti questo liquido andava fin al cieco, in un cavallo, vale dire percorreva la distanza di 60 piedi (5). Secondo Gurlt (6), 8 libbre di acqua attraversarono lo stomaco di un cavallo in pochi minuti, e sedici quello di un altro. Risulta dalle osservazioni di Beaumont (7) che in generale le bevande spariscono rapidamente dallo stomaco, sebbene si rimanga incerti intorno al quesito di sapere quanta ne sia assorbita. Però la coesione non esercita un'assoluta influenza, dappoichè certi alimenti solidi escono dallo stomaco prima di certi liquidi, per esempio, le uova crude. Alcune bevande, d'altronde differentissime le une dalle altre in quanto ai loro effetti, scappano

(1) *Physiological lectures*, p. 179.

(2) *Loc. cit.*, t. VII, p. 52.

(3) *Lallemand, Osservazioni patologiche*, p. 74.

(4) *Froriep, Notizen*, t. XLII, p. 11.

(5) *Abernethy, Physiological lectures*, p. 180.

(6) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 96.

(7) *Loc. cit.*, p. 65.

con una prontezza affatto particolare, e sono causa che gli alimenti stessi passivo dallo stomaco prima di essere digeriti; assicura Schultz che il caffè, specialmente, produce questo fenomeno (1). È noto altresì che talvolta il latte determina quasi istantaneamente la diarrea, ciò che Lallemand, fra gli altri, riscontrò nei casi di ano artificiale (2). Il modo speciale di azione dei diversi purganti, che differiscono tanto gli uni dagli altri, non fu per anco bastevolmente esaminato.

III. Meritano poi specialissima attenzione le modificazioni del movimento, in riguardo alla sua qualità. Lo stomaco, diffatti, nello interesse della digestione, incomincia dal contrarsi uniformemente da ogni lato, per ridurre gli alimenti in una sola massa; poi mediante una propagazione circolare delle sue contrazioni, esso li conduce in rotondo; dappoi si contrae progressivamente dal cardia al piloro, per ispingerli nell'intestino, o dal piloro al cardia, per ricondurli alla bocca. Ora, ciascuno di questi modi di movimento ha stimolanti speciali che lo provocano; quello che serve alla digestione è determinato dalle spezie o droghe, l'altro che scaccia gli alimenti dallo stomaco, dai sali neutri, e quello che induce il vomito dall'antimonio. Ma lo stomaco possiede, inoltre, la facoltà di esercitare tale movimento sopra una sostanza, quando esso ne contiene molte ad un tempo, e tal altra sopra le altre.

10.° Un vomito normale (§. 934, 6.°) è incontrastabilmente eccitato dalla irritazione meccanica dovuta al corpo che resiste alla digestione; tuttavia, esso non accade fin tanto che siffatto corpo indigesto è ancora accompagnato da sostanza atta ad essere digerita. La conchiglia di una lumaca non istimola lo stomaco di un'asteria al punto di produrre il vomito, altro che quando essa è vuota, quando l'animale che essa allogava fu digerito; gli uccelli da preda non vomitano fin tanto che rimane loro qualche cosa nello stomaco da digerire, ed essi ritengono i tubi di esperimento cui si fa loro inghiottire finchè siano digerite tutta la sostanza alibile che vi è contenuta e tutta quella che li circondano (3). Per tal guisa un falcone ritenne una biglia di osso per ventidue giorni, perchè Spallanzani (4) aveva la cautela di presentargli l'alimento nell'epoca in cui, giusta il suo calcolo, la digestione era terminata ed il vomito imminente. Il movimento digestivo prepara le sostanze indigeste ad essere rigettate all'esterno. Lo stomaco

(1) *De alimentorum concoctione*, p. 81.

(2) *Osservazioni patologiche*, p. 76.

(3) *Spallanzani, Opere*, t. II, p. 567.

(4) *Ivi*, p. 582.

degli uccelli da preda aggomitolata le penne dei piccoli uccelli che furono ingoiati, e le riduce in una massa sferica prima che siano vomitate (1). La facoltà di rigettare certe sostanze col vomito coincide egualmente colla impotenza di digerirle; la civetta non può digerire i vegetabili, e li rigetta col resto delle materie aggomitolate quando se gliene fece inghiottire per forza (2). Un falcone vomitò una biglia di osso piena e dura, perchè non poteva digerirla totalmente, mentre il suo stomaco ratteneva ossi di bue, di cui eragli possibile compiere la digestione (3). Le ardee non vomitano, sebbene inghiottano pesci e batraci intieri, atteso che la loro facoltà digerente è tanto valida da trionfare della densità degli ossi di questi animali. Nell'uomo altresì, lo stomaco si lascia determinare, dalla natura delle diverse parti del suo contenuto, a rigettare le une mentre rattiene le altre. Accade spesso alle persone colte da vomiti abituali di non tramandare, dopo il pasto, che uno solo dei cibi da essi preso (4). Conobbe Lallemand un individuo in cui, poco dopo il pasto, svolgevansi i sintomi di uno spandimento di sangue nello stomaco, poi accadeva un vomito di sangue (5). Cita egualmente Recamier molti esempj di quest'azione elettiva dello stomaco, come egli la nomina. Negli uomini che ruminano, certi alimenti riascendono dallo stomaco di preferenza d'altri, e sebbene le cose presentino in tale riguardo tante varietà quanti sono gli individui, non è però men vero che nel totale i vegetali ritornano più di frequente in bocca delle materie animali (6).

2.^o Puossi dire altrettanto della espulsione del contenuto dallo stomaco nell'intestino. Gli alimenti non escono dal primo di questi organi collo stesso ordine con cui vi furono introdotti, e si osservò tra essi una successione dipendente dalle loro qualità. Le fistole gastriche ed intestinali specialmente somministrano la prova di tale fenomeno, già indicato da Haller (7). Vater aveva eziandio osservato (8), in individuo infermo per ano artificiale, che i frutti ed i legumi escivano indigeriti, senza essersi mescolati agli altri alimenti, e che il brodo sfuggiva egualmente solo, senza sostanze solide. Osservò Lallemand questi fatti con grande attenzione (9).

(1) *Ivi*, p. 565.

(2) *Ivi*, p. 582.

(3) *Ivi*, p. 502.

(4) *Grimaud, Corso completo di fisiologia, t. II, p. 233.*

(5) *Loc. cit.*, p. 62.

(6) *Heiling, Ueber das Wiederkauen bei Menschen, p. 17.*

(7) *Elem. physiolog., t. VI, p. 280.*

(8) *Philos. Trans., t. XXXI, p. 89.*

(9) *Loc. cit.*, p. 74.

Gli alimenti provenienti dal regno vegetabile uscivano con quelli che traevano la loro origine dal regno animale, della metà più presto in generale, ed in certe persone un' ora dopo il pasto; essi erano poco digeriti; i fagioli, le lenti, le patate, anche preparati in pappia, si riconoscevano facilmente, ed il frutto compariva spesso in pezzi solidi, senza il minimo cambiamento, il frutto crudo piuttosto che il frutto cotto, sebbene quest'ultimo fosse più molle; il pane veniva più tardi, poi la carne lessa, indi la carne arrostita e frolla, e non eravi più mezzo di riconoscere questi alimenti, i quali formavano una massa poltacea omogenea; le carni dure uscivano più tardi delle molli, e le uova dure più tardi altresì delle uova fresche. I malati avevano ripugnanza pel latte, e quando ne prendevano, questo liquido usciva sotto forma di grumi, in capo a mezza od un' ora. Londe, nelle sue osservazioni sopra gli ani artificiali (1) riconobbe che la salata, gli spinacci, le carote, le prune, la poma, uscivano sempre dopo un' ora, senza aver comportato cambiamento; i vermicelli e la panata non comparivano mai innanzi due ore, e non erano più riconoscibili; la carne non usciva prima di tre ore, il lessso più presto dell' arrosto; la zuppa grassa fornita di carote, erano quelle che gl' individui evacuavano i primi. Nel malato di Beaumont (2), i vegetali crudi abbandonavano spesso lo stomaco di buonissima ora e senza essere stati digeriti, mentre che gli altri alimenti rimanevano nel viscere e vi comportavano la digestione.

3.° Il piloro è adunque realmente, dice Lallemand, ciò che il suo nome esprime, un portiere che scaccia le sostanze poco nutrienti, difficili a digerire, quelle di cui lo stomaco non può trar profitto, e che varrebbero soltanto a caricarlo. Però l' allegoria non dà mica una idea precisa della operazione, e se il debole grado di alibilità o di digestibilità era la circostanza determinante, tutto ciò che è incapace di nutrire e di essere digerito dovrebbe uscire in primo luogo dallo stomaco. Si vide bensì talvolta la polpa di ciliegie uscire più tardi dei noccioli, e Tiedemann riscontrò, dopo molte ore nell' intestino le pietre cui egli aveva fatto inghiottire a dei cavalli (3), ma ciò non puossi riguardare come regola. Trovò Reaumur nello stomaco la sabbia cui aveva data otto giorni prima a galline ed anitre (4); questi animali, del pari che i polli d' India ed i piccioni, avevano ancora pietre nel loro gozzo, dopo essere stati tenuti rinchiusi dallo

(1) Diz. di medicina e di chirurgia pratiche, art. ALIMENTI, t. II, p. 5 e seg.

(2) Loc. cit., p. 25.

(3) Ricerche sulla digestione, t. I, p. 149.

(4) Storia dell' Ac. delle scienze, 1752, p. 296.

Spallanzani (1) per un mese intiero, in gabbie ove essi non potevano trovarne. Generalmente parlando, le sostanze non digerite fanno lungo soggiorno nello stomaco; le persone che hanno questo viscere malato vomitano spesso le sostanze alimentari che esse presero molti giorni prima, sebbene nello intervallo, ne abbiano digerite molte altre, che passarono senza fatica nello intestino. Citasi l'esempio di piselli mangiati di frequente ed in grande abbondanza, le cui pellicelle non uscirono che dopo molti mesi, per effetto soltanto di purgativi, e quello di un pezzo di cotenna di lardo che rimase due anni intieri nello stomaco senza essere digerito (2). Schultz (3) trovò egualmente, dopo otto giorni, alcuni vegetali di difficile digestione nel ventricolo dei ruminanti, e Montegre si convinse, al pari di molti altri, che le sostanze eterogenee sono ritenute per lunghissimo tempo nello stomaco. Sembra adunque che, come gli alimenti molto nutritivi e difficili a disciogliersi determinano un restringimento più sensibile ed un movimento rotatorio più osservabile (§. 931, 5.^o), così le sostanze indigeste, quelle specialmente che sono solide, operano in maniera analoga, mentre le altre che riescono poco nutrienti, molli, acidule, e che non possono cedere alla digestione che nell'intestino, sotto la influenza della bile, provocano il movimento espulsivo dello stomaco. Gli intestini possiedono egualmente una eccitabilità specifica; certi alimenti che cagionano la diarrea, non istrascinano tutto il contenuto dell'intestino, ma passano lateralmente; l'uso prolungato delle acque minerali, fa spesso evacuare masse di materie fecali, le quali erano rimaste nell'intestino in onta delle egestioni giornaliere ed il frequente uso dei purganti. Finalmente lo stomaco fa prova in certi animali, di una invulnerabilità (§. 876, 6.^o) che proviene forse da particolare movimento per la cui virtù il viscere si adatta ai corpi che contiene, in guisa da non poter essere ferito dalle loro parti taglienti od acute. Così lo stomaco molle delle meduse serba la sua integrità, in onta delle conchiglie dei molluschi cui l'animale inghiotte; il gozzo degli uccelli tritura il vetro senza ferirsi, non più di quello che esso facesse quando spezzava ed ottundeva gli aghi e le punte delle lancette di cui Spallanzani (4) aveva fornito una palla di piombo introdotta poscia nell'organo.

IV. Torna difficile determinare il grado di digestibilità dei diversi alimenti, e le asserzioni che saranno emesse in tale proposito non avranno

(1) *Opere*, t. II, p. 418.

(2) *Haller, Elem. physiol.*, t. VI, p. 272.

(3) *Loc. cit.*, p. 77.

(4) *Loc. cit.*, p. 419.

nulla di stabile, finchè non si si intenderà bene sul fondo delle cose, fin tanto che considererassi soltanto un solo lato della digestione.

1.° Spesso non intendesi per digestione altro che il lavoro compiuto dallo stomaco sugli alimenti. Se compie desso l'opera sua con prontezza e senza disagio, dicesi che questi alimenti furono facili a digerirsi; locchè avviene, per conseguenza, quando sentesi poco o niun peso dopo il pasto, o se il sentimento della digestione si dissipa prestamente, od ove lo esame dello stomaco stesso provi ch'esso non tardò a liberarsi dalle materie alimentari. Secondo il fin qui detto, le cose più facili a digerire sono quelle che meno sollecitano la forza digerente, che provocano al massimo grado i movimenti espulsivi, e che passano presto nell'intestino, senza aver comportato considerabile cambiamento. In tale ipotesi, l'acqua occuperebbe il primo posto, indi verrebbero le altre bevande, poi i frutti, la salata, gli spinacci, le carote e simili; il pane, all'opposto, sarebbe più difficile a digerire, e più ancora la carne (1).

2.° Però questa maniera di vedere non può essere ammessa da sola, mentre in tal caso certe sostanze incapaci di nutrire, per esempio il solfato di magnesia, dovrebbero essere considerate come ciò che avvi di più facile a digerire. Lo stomaco non è soltanto un luogo di transito, sibbene un focolare di elaborazione ove formasi il chimo. Non puossi quindi riconoscere per facile a digerire se non ciò che vi si converte prestamente in una pappa omogenea, ciò che si lascia facilmente tritare e mescolare coi succhi gastrici. Bisogna fin a certo punto far entrare qui in linea di conto la mollezza della sostanza, considerazione, secondo la quale il pesce è più facile a digerirsi della carne degli animali a sangue caldo, e la carne del piccione o del vitello più che quella di oca o di bue. Però la consistenza esercita soltanto una limitata influenza, giacchè, ad esempio, le prune e gli spinacci passano nell'intestino senza aver cambiato colore o forma (2). Una parte più importante ritorna alla proporzione dei materiali solubili; il sale, lo zucchero, la gomma, l'osmazomo, la gelatina, sono facili a digerire, mentre che la fibrina, la cartilagine e l'osso si digeriscono difficilmente. L'uomo di Beaumont digeriva le cartilagini cotte in quattro ore ed un quarto, i tendini cotti in cinque ore e mezzo (3). Secondo Cooper (4),

(1) Ch. Londe. *Nuov. elem. d'igiene*. Parigi, 1838, t. II, p. 37 e seg.

(2) Lallemand, *loc. cit.*, p. 75.

(3) Beaumont, *loc. cit.*, p. 215.

(4) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. IV, p. 138.

i cani, nello spazio di quattro ore, digeriscono 0,36 della pelle, 0,22 di cartilagini, 0,21 di tendini, 0,06 di ossi.

3.° Non di meno tutto ciò ancora non basta a soddisfarci. Gli alimenti devono servire a riparare il sangue impiegato per la nutrizione e per le secrezioni, e la metamorfosi cui sono costretti comportare per adempiere tale ufficio, deve incominciare nella digestione stomacale. Secondo tutto questo, non puossi considerare come facili a digerire altro che quelli, i quali, attraversando il canale digerente, acquistarono di buon'ora, ed anche prima di abbandonare lo stomaco, una forma prossima a quella del sangue, che quelli in conseguenza, i quali possiedono un alto grado di assimilabilità. Questa idea abbraccia l'alibilità; solamente essa non si ferma colà, e suppone inoltre un alto grado di attitudine a decomporsi. I caratteri distintivi di una grande digestibilità consistono adunque nel bastare alla digestione un apparato semplice, e nell'abbisognare soltanto poca copia di alimenti per sovvenire ai bisogni della nutrizione. Le sostanze che meritano, sotto quest'aspetto, di essere chiamate facili a digerirsi, possono rimanere più alla lunga delle altre nello stomaco, e restringere più di esse le manifestazioni della vita animale, per ciò che esse richiedono che lo stomaco dispieghi tutta la pienezza della sua attività, perchè desse costringono maggiormente la vita a concentrarsi in lui ed a sviarsi dalle altre sue direzioni. Esse stesse possono passare più tardi alla forma di chimo; ma una volta che vi siano pervenute, il chimo che costituiscono è più perfetto, avuto riguardo alla sua composizione, si avvicina maggiormente al sangue, ha men bisogno di ulteriori trasformazioni per divenire vero sangue.

Giusta il fin qui detto, il nutrimento animale è di più facile digestione del nutrimento vegetabile; giacchè desso si risolve con maggiore agevolezza nei suoi principii costituenti. La maggior parte degli animali inferiori, che hanno gli organi digerenti semplicissimi, sono costretti esclusivamente a questo genere di alimentazione, e quegli stessi delle classi superiori che vivono di sostanze animali, si distinguono per uno stomaco più stretto, un intestino più corto, un apparato secretorio più limitato, finalmente per la facoltà di sopportare più alla lunga l'astinenza, precisamente a motivo della alibilità più grande delle materie onde vivono. La carne soda degli animali che vivono in istato di libertà e che esercitano molto la loro forza muscolare, riesce più facile a digerirsi di quando la si conservò per molto tempo e che essa si avvicini al momento in cui sta per putrefarsi, di quando è fresca, pel motivo che, in quest'ultimo caso, le parti che la costituiscono sono più solidamente incatenate dall'azione della vitalità di cui già poco esse fruivano. Le sostanze amilacee sono più decomponibili e quindi più

facili a digerirsi dei legumi. Gli alimenti di mediocre consistenza eccitano al massimo grado il movimento digestivo dello stomaco, e sono quindi di più facile digestione delle stesse sostanze sotto forma liquida.

4.° Tentò pel primo Waleo (1) di giungere a conclusioni precise intorno la digestibilità degli alimenti. Trovò egli che, nei cani, la digestione del latte e del brodo grasso è terminata nella prima ora, quella del pane, dei semi delle leguminose e del pesce nella quarta e nella quinta, l'altra della carne nella sesta e nella settima. Potremmo assegnare a ciascuna di queste tre classi di alimenti il primo posto sotto l'aspetto della digestibilità partendo da uno dei tre aspetti testè indicati. Ma i tre generi di considerazioni si riuniscono riguardo a certi alimenti; per tal guisa l'olio grasso e specialmente il grasso animale sono difficili a digerirsi, dapprima perchè rimangono alla lunga nello stomaco, e lo caricano, in secondo luogo pel motivo che durano fatica a mescolarsi coi succhi gastrici, ed in terzo luogo perchè resistono molto alla decomposizione.

5.° Lo stesso nutrimento risulta più facile a digerirsi per una specie e meno per un'altra. Trovò Cooper che sotto l'aspetto della loro digestibilità pel cane, gli alimenti si disponevano nell'ordine seguente; maiale, montone, bue e vitello, mentre che, giusta la sua opinione, il montone è ciò che l'uomo digerisce con maggior facilità, dopo di che vengono il bue, il vitello, ed in ultimo luogo il maiale (2). Helm riconobbe, all'opposto, che il vitello, il montone ed il porco si digeriscono assai più facilmente del bue (3). Schultz tenne adunque una cattiva via quando, per sapere se giova mangiare formaggio di Olanda dopo le ostriche, costrinse un cane ad inghiottire ostriche (4).

6.° Le esperienze maggiormente indecise sono quelle che hanno per iscopo di determinare la digeribilità comparativa dei diversi alimenti; falliscono esse tutte contro le differenze che nascono dallo stato individuale od anche soltanto momentaneo della vita. Siccome questo stato varia da uomo a uomo, e non rimane neppure invariabile nello stesso individuo, siccome amasi quello di cui si contrasse l'abitudine, ma che disgustasi di ciò che ritorna ogni giorno, e che richiedesi certa varietà nel nutrimento, la facilità di digerire questo o quel cibo va egualmente soggetta ad infinite varietà ed alternative. Quando il bisogno è grande, se si consumi soltanto una moderata quantità di alimenti, e la si pigli con piacere, essa viene

(1) *Loc. cit.*, p. 533.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. IV, p. 138.

(3) *Loc. cit.*, p. 29.

(4) *De aliment. concoct.*, p. 32.

digerita con maggior facilità che nelle circostanze opposte. Per tal guisa osservò Londe, nelle persone colte da ano artificiale, che le sostanze vegetabili, le quali per solito attraversano l'intestino senza comportare mutamento, cessano di poter essere riconosciute nelle egestioni e si trasformano in chimo, dopo una dieta severa e quando si mangiano in poca quantità. Procedette benissimo Helm introducendo sostanze diverse di determinato peso, nello stomaco, per la fistola, ed esaminando, dopo qualche tempo, quale diminuzione esse avevano comportato (1). Ammettiamo che la digestione abbia progredito in modo uniforme, essa sarebbesi elevata nel corso di un'ora, a 0,010 per le poma, 0,016 per le carote e le pastinache, 0,052 per le patate ed i navoni, 0,083 per le pera, e 0,173 pel pane nero masticato. Però la donna sulla quale furono praticate queste osservazioni, presentava altresì grandi anomalie, sicchè i risultati precedenti non potrebbero servire di fondamento a niuna proposizione generale. Infatti mentre che i dolori la costringevano di lasciar uscire dopo un'ora i navoni od i legumi farinacei, essa poteva rattenere per quattro o cinque ore i *saverkrauti*, la salata, i cocomeri crudi e le frutta, che allora erano digeriti in gran parte (2). Esperimentò generalmente Beaumont senza piano, la qual cosa fa sì che le sue ricerche non riescirono cotanto profittevoli come potevano esserlo alla teorica della digestione; non si può adunque concludere nulla da una esperienza ch'egli tentò infilando in seguito le une alle altre, ed introducendo insieme per la fistola, diverse sostanze, fra le quali il cavolo crudo tagliato in fette sottili, il pane, il lardo crudo e salato, e la carne salata cotta furono digeriti i primi in due ore, mentre il bue lesso lo fu più tardi, ed il bue crudo più tardi ancora (3).

7.° Maggior superficie presenta la sostanza, e più facilmente operasi la digestione. I pezzi voluminosi sono digeriti più lentamente (4). Giusta un'osservazione di Cooper (5), ciò che alcuni cani digerirono in quattro ore di tempo fu, pei pezzi quadrati relativamente a quelli di forma allungata e stretta, 1 : 1 : 44, montone; 1 : 2,77, maiale; 1 : 4,60 vitello; 1 : 6,81 bue.

8.° Grande influenza esercita il modo di preparazione, sebbene, sotto quest'aspetto pure, ogni proposizione generale sia soggetta a numerose eccezioni. Osservò Cooper che i cani impiegavano maggior tempo a digerire la carne arrostita che la carne lessa, e Schultz comprovò lo stesso

(1) *Loc. cit.*, p. 20-36.

(2) *Ivi*, p. 9.

(5) *Loc. cit.*, p. 85.

(4) *Ivi*, p. 110.

(5) *Meckel, Deutsches Archiv, t. IV, p. 138.*

fatto (1). Ma puossi dubbiare che siasi in diritto di concludere da ciò che la regola si applichi egualmente all'uomo; che l'arrostimento, in qualunque modo lo si pratici, indurisca i cibi e li renda indigesti, e che la carne fumata o salata sia più facile a smaltirsi della carne arrostita (2). Il malato di Beaumont digeriva il bue arrostito in due ore $\frac{3}{4}$ a tre ore e $\frac{1}{2}$, il *bifstec* in tre ore a tre e $\frac{3}{4}$, ed il bue lesso in tre ore e $\frac{1}{2}$ a quattro ore (3).

9.° Per dimostrare la incertezza delle proposizioni generali relative alla digeribilità degli alimenti, quali esse furono fin a quest'oggi stabilite, basta indicare alcune contraddizioni. Il montone arrostito ritenesi facilissimo a digerirsi, ma il malato di Beaumont non lo digeriva che in tre ore e mezzo a quattro e mezzo, mentre due ore e $\frac{3}{4}$ in tre ore e mezzo bastavano pel bue arrostito. Pretende Schultz (4) che i pesci, specialmente salati, siano difficilissimi a digerirsi; secondo Beaumont, all'opposto, essi digerisconsi facilissimamente, ed il merluzzo, ad esempio, non richiede che due ore (5). Per asserzione di Schultz (6), le ostriche smaltisconsi difficilmente; secondo Beaumont (7) esse lo sono in due ore $\frac{3}{4}$ o tre ore. Schultz rappresenta il sagù come facilissimo a digerirsi (8), l'avena brillata alquanto meno, ed il riso meno ancora. Beaumont dice (9) che il riso fu digerito in un' ora, ed il sagù in un' ora $\frac{3}{4}$. Colloca Schultz (10) nel primo posto il pane, poi gli spinacci, la lattuca, le carote ed i piselli verdi, dicendo che le patate resistono maggiormente. Beaumont ne insegna che le patate arrostiti furono digerite in due ore e $\frac{1}{2}$, le patate lesse ed il pane di frumento in tre ore e mezzo.

(1) *Loc. cit.*, p. 16.

(2) *Ivi*, p. 84.

(3) *Loc. cit.*, p. 21.

(4) *Loc. cit.*, p. 84.

(5) *Loc. cit.*, p. 26.

(6) *Loc. cit.*, p. 85.

(7) *Loc. cit.*, p. 21.

(8) *Loc. cit.*, p. 87. — *Planche, Ricerche sul sagù (Mem. dell' Accad. reale di medicina)*. Parigi, 1837, t. VI, p. 605.

(9) *Loc. cit.*, p. 215.

(10) *Loc. cit.*, p. 86.

bb. CAUSE DEI MUTAMENTI CHE AVVENGONO NELLO STOMACO.

§. 941. I. Durante la digestione lo stomaco riceve maggior quantità di sangue; le sue arterie battono con maggior forza (1); la sua membrana mucosa diviene rossa (2); assume color più rosso per gli alimenti eccitanti, come i brodi salati e speziati, che per gli alimenti dolci, come il latte (3), e le sue villosità entrano in turgescenza. Nel tempo stesso, essa incomincia a separare abbondantemente (§. 838, 2.^o); invece di muco viscoso, grigiastro e senza reazioni acide, se ne vede trasudare un succo più abbondante, liquido, limpido, acido, che penetra gli alimenti, o si raccoglie in gocciollette e fluisce lungo le pareti (4). La membrana mucosa sembra allora come gonfiata (5), e trovansi le critte piene di umidità (6). Osservò Knox (7) nella parete dello stomaco del delfino, le fibre verticali parallele, cui mediante il soccorso del microscopio egli riconobbe essere tubi, e cui paragona all'organo elettrico dell'anguilla di Surinam. Purkinie e Pappenheim (8), che videro egualmente questi tubi nello stomaco di altri animali, li riguardano come critte di forma cilindrica, che sono, per loro avviso, la sede del succo gastrico. Giusta l'esame che ne fece Bischoff (9), essi sono circondati da un reticello di vasi capillari, i loro orificii sono rotondi, e danno un aspetto punteggiato alla superficie interna dello stomaco; il loro fondo, a termine di sacco, è rivolto verso la tonaca cellulosa, e d'ordinario in forma di grappolo d'uva; il loro contenuto si compone di grani irregolari, arrossa i colori azzurri vegetabili, e si comporta come il succo gastrico. Nell'uomo e negli animali carnivori, essi sono sparsi sopra tutta la parete dello stomaco, e più corti nella porzione cardiaca, più lunghi nella porzione pilorica. I ruminanti non ne presentano che nel quaglio; nei cavalli e nei rosichianti, non avviene che nei punti sforniti del grosso epitelio dell'esofago. Sono sviluppatissimi nel gozzo degli uccelli, del pari che nella porzione cardiaca dello stomaco del castoreo, del moscardino, del topo ghio.

(1) Eberle, *Physiologie der Verdauung*, p. 153.

(2) Billard, *De la mem. muq. gastro-intestinale*, p. 79.

(3) Gendrin, *Storia anat. delle infiammazioni*, t. I, p. 494.

(4) Beaumont, *loc. cit.*, p. 69.

(5) Eberle, *loc. cit.*, p. 53.

(6) Leuret e Lassaigne, *Ricerche sulla digestione*, p. 65.

(7) Froriep, *Notizen*, t. XXIX, p. 193.

(8) Muller, *Archiv fuer Anatomie*, 1838, p. 2.

(9) Ivi, p. 508.

II. Il succo gastrico compie la digestione.

1.° Gli animali inferiori, i quali non masticano i loro alimenti, ned hanno intestino con un ano, in particolare le attinie e le asterie, ingojano molluschi a conchiglia e crostacei intieri di cui rigettano il guscio, o la corazza, dopo aver consumate le parti molli; la sostanza dell' animale contenuto nei suoi involucri fu adunque manifestamente disciolta da un liquido penetrante.

2.° Imitossi questa operazione naturale, e si ottenne lo stesso risultato a tutti i gradi della scala animale. Reaumur (1) fece inghiottire ad un falco bozzago o pojana alcuni tubi di latta, ora aperti alle due estremità, ora graticolati alle loro estremità, lunghi dieci linee, larghi sette, e pieni di carne; dopo 24 ore egli non vi trovò più che $\frac{1}{3}$ ad $\frac{1}{4}$ della carne, e quando questa era stata fissata da un filo di ferro nell' asse del tubo, era ridotta in chimo ai $\frac{7}{8}$; in capo a 48 ore, non ne restava più che $\frac{1}{8}$, totalmente scolorato, e che la pressione del dito riduceva in pappa. Di 24 grani di osso di pollo, divisi in piccoli frammenti, non rimaneva più dopo 24 ore che pochissima sostanza gelatiniforme; il terzo giorno, non restava che $\frac{1}{10}$ di un pezzo di costa di bue. Il pane, rinchiuso in un tubo di piombo, disparve egualmente in qualche tempo nello stomaco di un cane (2). Spallanzani multiplicò queste esperienze con tubi trapassati di fori. La carne di pesce, introdotta in simili tubi, era stata digerita da un' anguilla, in capo di tre giorni e $\frac{3}{4}$ (3); un pezzo d' intestino di montone da rane, dopo tre giorni (4); alcuni vermi terrestri da salamandre, in capo a 15 giorni (5); della carne di rana da colubri, dopo 5 giorni (6); del bue crudo da cornacchie, dopo 7 ore (7); e 103 grani di poma, in 15 ore (8); un pesce, inghiottito per tal modo da un' ardea, fu ridotto, in 24 ore, ad alcuni ossi della testa e ad un pezzo della carne del dorso, mentre che una rana aveva comportato alterazioni meno profonde, giacchè scorgeransi per anco le estremità delle quattro zampe, ma gli integumenti dell' addomine e del torace erano dispersi, la carne sotto-giacente era ram-mollita, ed i piccoli ossi avevano presa la consistenza delle cartilagini (9);

(1) *Storia dell' Accad. delle scienze*, 1752, p. 461-474.

(2) *Ivi*, p. 489.

(3) *Opere*, t. II, p. 539.

(4) *Ivi*, p. 513.

(5) *Ivi*, p. 517.

(6) *Ivi*, p. 531.

(7) *Ivi*, p. 465.

(8) *Ivi*, p. 464.

(9) *Ivi*, p. 501.

dopo 100 ore, non si vide più che alcuni piccoli frammenti di una coscia di pollo inghiottita da una civetta (1); della carne cruda fu totalmente digerita da una strige in sette ore (2); in 13 ore un'aquila digerì compiutamente del cervello di bue, alquanto meno della sostanza del fegato, meno altresì di quella dei muscoli, il cuore specialmente, e meno ancora dei tendini (3); i gatti digerirono in cinque ore, la carne totalmente ed il pane in parte (4); i cani, in 15 ore, la carne ed il pane (5); in 41 ora, gli intestini del montone (6); i montoni, in 30 ore, del frumento masticato ed impregnato di saliva (7); i cavalli in 52 ore della lattuca e del trifoglio masticato (8).

La digestione progrediva più lentamente nei tubi di quello che fuori di questi piccoli serbatoi; mentre bastarono due giorni ad un colubro per digerire la coda di una lucertola libera nel suo stomaco, non disparve in 5 giorni che piccola parte di una coda contenuta in un tubo (9) e tre giorni furono necessari per digerire la metà di un fegato di lucertola così imprigionato in un tubo, il quale, abbandonato a sè stesso, era scomparso senza lasciar traccie, dopo 32 ore (10). Però questa differenza procedeva unicamente dall'ostacolo che soffriva l'azione del succo gastrico, giacchè le cornacchie impiegavano 7 ore per digerire la carne del bue nei tubi ordinarii, invece che ne occorreva loro soltanto quattro quando i fori erano stati ingranditi, e la digestione durava più di sette ore se aumentavansi gli ostacoli coprendo i tubi con borsa di tela (11). Fece eziandio Spallanzani alcune esperienze sopra sè stesso; avendo inghiottito tubi di legno contenente vitello, cartilagini, tendini, queste sostanze furono compiutamente digerite dopo 82 ore, 85, e 97 ore, quando i tubi uscirono dal corpo (12). Fece inghiottire Stevens ad un uomo che dicevasi polifago, palle d'avorio o di argento formate di due emisferi cavi, invitati insieme e trapassati da fori; la carne, i tendini, il formaggio, le poma, le carote, le sanguisughe,

(1) *Ivi*, p. 567.

(2) *Ivi*, p. 575.

(3) *Ivi*, p. 603.

(4) *Ivi* p. 619-620.

(5) *Ivi*, p. 622.

(6) *Ivi*, p. 626.

(7) *Ivi*, p. 555.

(8) *Ivi*, p. 559.

(9) *Ivi*, p. 529.

(10) *Ivi*, p. 580.

(11) *Ivi*, p. 467.

(12) *Ivi*, p. 651.

i vermi terrestri, rinchiusi in queste palle, tutti furono digeriti; i grani di frumento, i piselli e gli ossi non lo furono mica.

3.° Allorquando il succo gastrico era costretto attraversare un denso tessuto, la digestione progrediva naturalmente con maggior lentezza; tuttavia un' aquila digerì della carne contenuta in pannolino piegato in sei, e quella stessa inghiottita entro borsa di drappo, divenne, in capo a 36 ore, più leggera di circa un terzo (1). In una borsa di densa tela, cui fece inghiottire ad un cane, fornita di spugna il cui gonfiamento doveva impedirle di sfuggire pel piloro, la carne era scomparsa in capo a quattro giorni, un tendine aveva perduto i $3/4$ del suo peso, ed un legamento più della metà, finalmente i rimasugli di queste due ultime sostanze erano così rammolliti, che rompevasi al minimo sforzo fatto per ritirarli (2). Nelle borse di tela che Spallanzani inghiottì, 52 grani di pane masticato erano compiutamente digeriti in capo a ventitre ore, 75 grani di carne di piccione cotta e masticata, dopo 18 ore (3); in capo di 30 ore, 50 grani di bue crudo erano ridotti a 23, e 50 di vitello crudo a 14 (4). Helm (5) fece analoghe esperienze sopra sè stesso e sopra un giovane; le borse in cui avevasi posto pane bianco masticato, pasta di farina, riso o sagù cotto con latte o brodo, erano assolutamente vuoti alla loro uscita; in capo a 24 ore, avevasi digerito 50 grani della carne masticata, e 30 soltanto della carne non masticata; dopo 8 ore 14, e dopo 18 ore, 34 grani di pane nero masticato; dopo 9 ore, 30 grani di piselli e di lenti, e 18 soltanto di succo di fagioli; dopo 24, ore 40 di navoni e di sedano, e 15 soltanto di carote e di radici di prezzemolo. Introdusse Beaumont (6), per la fistola gastrica, una salsiccia involta di mussolina; dopo sei ore e mezzo n'erano dispersi 105 grani, ed il resto si componeva di fibre cartilaginose e membranose, con ispezie; nello spazio di 5 ore ed $1/4$, disparvero 60 grani di pesce abbrustolito (7) ed in quello di 4 ore e $1/2$, 10 di carne di vitello (8); 40 grani di merluzzo erano compiutamente digeriti in capo a sei ore (9).

III. Queste osservazioni devono condurne a pensare che il succo

(1) Spallanzani, loc. cit., p. 604-605.

(2) Ivi, p. 629.

(3) Ivi, p. 642, 643.

(4) Ivi, p. 644.

(5) Ivi, p. 20-29.

(6) Ivi, p. 130.

(7) Ivi, p. 131.

(8) Ivi, p. 144.

(9) Ivi, p. 181.

gastrico potrebbe essere capace di digerire gli alimenti fuori dello stomaco, sotto la influenza di una temperatura eguale a quella del corpo.

1.° Le digestioni artificiali furono cimentate dapprima sulla carne, e da Reaumur (1), ma con poco successo. La carne trattata, in un forno di covatura, mediante succo gastrico estratto dallo stomaco da un falco bozzago o pojana, mediante spugna, era rammollita dopo 24 ore, ma non disciolta. Spallanzani fu più fortunato. Alcuni budelli di vitelli perdettero 18 grani in 24 ore nel succo gastrico di civetta, ad una temperatura di 30 in 35 gradi R. (2), e nel succo gastrico fresco, furono ridotti in pappa dopo due giorni (3); la carne erasi disciolta egualmente (4). Riempì Spallanzani un piccolo tubo di succo gastrico di oca o di dindio, e di carne affettata, e lo pose sotto la sua ascella; dopo tre giorni, la carne era in gran parte disciolta, e, riposta in sito, con nuovo succo gastrico, trovossi totalmente disciolta dopo un altro giorno (5). La carne si dissolveva egualmente nel succo gastrico del cane (6). Il bue crudo e cotto si rammollì pure nel suo proprio succo gastrico, cui egli aveva ottenuto col vomito; ma sebbene alla vista semplice essa sembrasse aver perduta la propria organizzazione fibrosa, osservandola colla lente vi si riconosceva tuttavia le fibre carnose, ridotte soltanto ad estrema piccolezza (7). Dodici grani di *roastbeef* cui Stevens lasciò macerare, alla temperatura di 31° R. in mezza oncia di succo gastrico di cane, dopo 8 ore erano disciolti. Tiedemann e Gmelin spremettero il succo gastrico dagli alimenti contenuti nello stomaco dei cani che avevano mangiato due ore prima, e trovarono che dopo 8 o 10 ore di digestione, alla temperatura di 24 o 30 gradi R., le sostanze poste a contatto con questo liquido erano convertite in pappa alla sua superficie (8). Leuret e Lussaigne (9) videro egualmente la carne a trasformarsi in chimo nel succo gastrico del cane alla temperatura di 31 gradi. Beaumont (10), avendo lasciato digiunare il suo malato per diciassette ore, raccolse un'oncia di succo gastrico limpido, in cui immerse tre dramme di bue bollito alla temperatura di 30° R.; la formazione del chimo principiò

(1) *Storia dell'Ac. delle scienze*, 1752, p. 485.

(2) *Loc. cit.*, p. 571.

(3) *Ivi*, p. 572.

(4) *Ivi*, p. 575.

(5) *Ivi*, p. 454.

(6) *Ivi*, p. 638.

(7) *Ivi*, p. 656.

(8) *Esperienze sulla digestione*, t. I, p. 227.

(9) *Ricerche sulla digestione*, p. 123.

(10) *Loc. cit.*, p. 87.

in capo ad un' ora; dopo due ore, tutto il tessuto cellulare era disciolto; dopo quattro ore, la metà delle fibre erano scomparse, e dopo undici ore non ne restava più nulla; il liquido rassomigliavasi al siero di latte, e vi si era formato un lieve sedimento. Un'altra volta, nella stessa quantità di succo gastrico, i due terzi soltanto del bue si disciolsero in 24 ore (1). Quindici grani di forte tendine di bue erano totalmente disciolti, dopo lo stesso tratto di tempo, in mezz' oncia di succo gastrico (2). Carne e legumi, estratti dallo stomaco 20 minuti dopo il pasto, erano compiutamente digeriti nel succo gastrico, in capo a cinque ore, e somigliavano perfettamente al chimo che erasi formato durante questo tempo nello stomaco; bastarono tre ore alla digestione totale di una porzione che era stata tratta dallo stomaco $\frac{3}{4}$ di ora soltanto dopo il pasto (3). Trenta grani di bue arrostito ed una eguale quantità di fegato di vitello, ambidue masticati e mescolati con due oncie di succo gastrico, furono, nello spazio di 6 ore, convertiti in liquido grigiastro soprannuotante un sedimento bruno (4). Hood (5) raccolse due dramme di succo gastrico di un cane, il quale da 12 ore non aveva mangiato nulla, vi immerse 50 grani di bue bollito, chiuse bene il vaso, e lo introdusse nel retto d'altro cane vivo; dopo undici ore i tre quarti della carne erano disciolti; il resto era bianco e viscoso, ma meno alterato nei siti ove il filo che circondava il tutto aveva impedito al succo gastrico di penetrare.

2.° Vide Beaumont il latte ed il bianco d'uovo comportare nel succo gastrico, fuori dello stomaco, un mutamento simile a quello che la digestione fece loro soffrire (6). Si rappigliavano dessi in grumi, i quali, dopo cinque ore, erano ridotti in liquido bianco. 25 grani di formaggio erano disciolti dopo 18 ore e $\frac{1}{2}$ (7), e 14 grani di cartilagine dopo 48 ore (8); dieci grani di osso costale di vecchio maiale, dopo aver soggiornato per molti giorni nel succo gastrico, a cui se ne aggiungeva tratto tratto del nuovo in guisa che la quantità totale fu di 14 dramme e $\frac{1}{2}$, si trasformarono in un liquido grigiastro, simile all'avena mondata alquanto densa, e coprente un lieve sedimento bruno (9). Sei grani di un osso di bue fatto

(1) *Ivi*, p. 96.

(2) *Ivi*, p. 145.

(3) *Ivi*, p. 97.

(4) *Ivi*, p. 203.

(5) *Analytic physiology*, p. 164.

(6) *Loc. cit.*, p. 101, 204.

(7) *Ivi*, p. 203.

(8) *Ivi*, p. 167.

(9) *Ivi*, p. 152.

a pezzi furono disciolti nello spazio di 24 ore. Vide Spallanzani una scheggia di osso spongioso di bue, che pesava 44 grani, a disciogliersi per intero nel succo gastrico del falcone (1).

3.° Il pane masticato si convertì in chimo nel succo gastrico di una anitra, secondo Leuret e Lassaigue (2), e del biscotto in quello dell'uomo, giusta Beaumont (3), il quale dice che la stessa cosa avvenne al sagù, dopo due ore e mezzo. Varii grani di frumento schiacciati, che Spallanzani mise a digerire nel succo gastrico del pollo d'India, furono convertiti, dopo tre giorni, in un sedimento grigio-bianco molto denso (4); alcune erbe masticate, le quali rimasero immerse per 45 ore nel succo gastrico del montone, erano convertite in pappa, ad eccezione di alcune costole e fibre (5). Dell'olio di oliva che Beaumont mescolò con tre volte tanto di succo gastrico, divenne poco a poco sempre più latticinoso; e si finì col non poterlo più riconoscere (6).

4.° D'altra parte, della carne che Montegre portò sotto la sua ascella, entro un piccolo tubo di vetro, mescolata col suo proprio succo gastrico, non perdette nulla di sua coerenza pel tratto di 12 ore fin a tre giorni; il pane bianco non si convertì che in una pappa grumosa. Mise Montegre del vitello entro succo gastrico cui esso aveva già portato durante otto giorni sotto la sua ascella, ed in capo ad altri otto giorni, lo trovò in gran parte ridotto in un liquido denso, bianco ed omogeneo; ma ciò non era, tutto al più, che una semplice macerazione e non una digestione artificiale. D'altronde, le osservazioni di Montegre non potrebbero rovesciare i risultati delle esperienze che furono precedentemente riportate. Il succo gastrico di cui esso si valse era stato vomitato; era in conseguenza sopraccaricato di saliva, la cui secrezione aumenta sempre durante il vomito, fin a diminuirne la efficacia. Dappoi l'esperimentatore non lasciava generalmente la carne che per otto ore a contatto con questo liquido; ora la digestione artificiale si effettua con maggior difficoltà ed ancora più tempo della digestione naturale. Spallanzani ne aveva già riconosciuta la causa; giacchè, mentre un miscuglio di carne e di succo gastrico, inghiottito da cornacchie, entro tubi chiusi, non presentava veruna traccia di alterazione dopo cinque ore e mezzo, la

(1) *Opere, t. II, p. 588.*

(2) *Loc. cit., p. 123.*

(3) *Loc. cit., p. 52.*

(4) *Opere, t. II, p. 454.*

(5) *Ivi, p. 552.*

(6) *Ivi, p. 207.*

dissoluzione progrediva molto rapidamente allorchando il tubo presentava un piccolo foro, il quale permetteva alle porzioni disciolte di fluire ed a del nuovo succo gastrico d'introdursi (1). Osservò altresì Beaumont (2), che, quando la digestione artificiale si fermava, potevasi rimetterla in corso coll'aggiunta del succo gastrico fresco, d'onde segue che la digestione naturale deve compiersi infinitamente più presto ed in modo assai più perfetto, dacchè la secrezione dello stomaco continua senza interruzione, ed il chimo scappa dal viscere secondo che si produce.

IV. Eberle finalmente dischiuse una via affatto nuova per la formazione di un succo gastrico artificiale.

1.° Preparò egli questo succo rammollendo la membrana mucosa dello stomaco nell'acqua a 30° R., versando goccia per goccia dell'acido cloridrico od acetico nel liquore, ed allungando con acqua, dopo dieci in dodici ore, il muco grigiastro così ottenuto (3). Le parti costituenti questo prodotto sono osmazomo, ptialina, muco, sali e l'acido aggiunto (4). Il succo gastrico naturale nè differisce perciò che esso contiene e più sali e più ptialina, atteso la saliva ingojata (5). Del bue crudo, del fegato o del pane bianco, vi si coprono, in quattro ore, di uno strato di pappa simile a quella che producesi nello stomaco di un animale vivente, ed avente altresì lo stesso odore, lo stesso sapore (6). L'albume d'uovo indurito vi si converte egualmente, dopo cinque ore e mezzo, in una pappa grigiastrea, come lo fa nell'animale vivente (7). Il latte si coagula prestamente, e forma quindi un liquido avente il colore del siero di latte, con uno strato di crema (8), ovvero, se era mescolato con pane bianco, una pappa bianco-grigiastrea (9). Il formaggio è rammollito alla superficie dopo tre ore (10). Avviene altrettanto della lattuca e del pane (11) nonchè di altri vegetabili (12).

2.° Muller e Schwann (13) ottennero un liquido digerente artificiale

(1) *Opere*, t. II, p. 493.

(2) *Loc. cit.*, p. 107.

(3) *Physiologie der Verdauung*, p. 80.

(4) *Ivi*, p. 125.

(5) *Ivi*, p. 127, 134.

(6) *Ivi*, p. 84, 99.

(7) *Ivi*, p. 85, 91.

(8) *Ivi*, p. 96.

(9) *Ivi*, p. 99.

(10) *Ivi*, p. 87.

(11) *Ivi*, 104.

(12) *Ivi*, p. 108.

(13) Muller, *Archiv fuer Anatomie* 1836, p. 72.

staccando la membrana mucosa dal quaglio del vitello, lavandola con acqua finchè dessa non arrossi più il tornasole, disseccandola allora, poi facendola rammollire nell'acqua, ed aggiungendo acido cloridrico od acetico. Le proporzioni indicate da Schwann (1) sono, mezz'oncia di membrana mucosa, con acqua, e 3,3 grani di acido cloridrico. Il liquido così preparato opera anche allora che lo si feltrò attraverso un pannolino. Contiene, in sostanze valutabili, osmazomo, ptialina, ed una materia precipitabile dal cianuro di potassio e di ferro (2). L'albumina cotta che vi si fa digerire, diviene dapprima giallastra, poi, scorse 12 ore, grigiasta, pellucida, poltacea all'esterno, facile a schiacciarsi internamente; più tardi essa si converte in massa grigiasta, glutinosa e solubile nell'acqua (3). In 12 ore, la carne vi diviene braniccia, untuosa, smussata sui margini e sugli angoli, e poltacea alla superficie; non vi si possono più distinguere le fibre (4); si discioglie 0,97 di fibrina (5). Sembra che gli acidi aggiunti operino soltanto sopra il cacio, la gelatina ed il glutine (6).

3.° Purkinje e Pappenheim (7) prepararono, con due grani della sostanza del quaglio, due dramme di acqua e due gocce di acido cloridrico, un liquido che ha la facoltà di disciogliere quasi tutte le parti animali (8).

4.° Procedette Simon (9) in altra maniera; applica egli un pezzo di tonaca stomacale sopra uno strato di sostanza da digerirsi, lo umetta con acqua distillata, aguzzata con alquanto acido cloridrico, ed immerge il vaso nell'acqua a 30° R. (Volendo osservare col microscopio ciò che accade nella digestione artificiale compita giusta il processo di Eberle, preparai un liquido digerente perfettamente limpido, versando, come prescrive Schwann, acqua acidulata sopra un pezzo di membrana mucosa stomacale, lasciando il tutto in digestione per 48 ore alla temperatura di 32° R., feltrando poscia, mescolando di nuovo il residuo indisciolto con acqua acidulata, e ripetendo la digestione e la filtrazione. Il liquido così ottenuto era leggermente giallastro, ma di perfetta limpidezza. Il microscopio non vi faceva

(1) *Ivi*, p. 90.

(2) *Ivi*, p. 123.

(3) *Ivi*, p. 74.

(4) *Ivi*, p. 73.

(5) *Ivi*, p. 132.

(6) *Ivi*, p. 136.

(7) *Ivi*, 1838, p. 12.

(8) *Froriep, Notizen*, t. L, p. 210.

(9) *Muller, Archiv*, 1839, p. 4.

scorgere assolutamente nulla, prescindendo d'alcune gocce di olio, ed alcuni piccoli corpicelli di color oscuro, che credetti dover considerare come particelle di glandole mucose, o come noccioli di cellule di epitelio dello stomaco. Allorquando si disciolse albumina in questo liquido digerente, vi si scoprivano assai più gocce di olio, di diverso volume, le quali, in generale, non erano perfettamente rotonde, e di cui talune delle più grosse sembravano come sparse di piccole perle alla loro periferia, sicchè esse avevano fin a certo grado l'aspetto di globetti della linfa ingrossati. Una circostanza però non lasciava dubbiare sulla loro natura, ed è che quando due di esse avvicinavansi per lo scorrimento della piastra di vetro che le copriva, esse confondevansi insieme. Vedevansi inoltre alcune piccole squame o lamelle chiare, della grandezza di un globetto del sangue, che avevano forma irregolare e tessitura granellata. Altri alimenti, per esempio la carne, disciolta in questo liquido digerente, non permettevano di giungere al minimo risultato, pel motivo che le particelle indissolte rimaste sospese, rendevano indispensabile la esatissima filtrazione, dopo la quale non iscorgevasi più le gocce di grasso. Quando avevasi aggiunta della bile all'albumine dell'uovo da disciogliersi, le gocce di grasso erano molto più numerose, ma in generale assai più piccole; scoprivansi eziandio in molto maggior numero le lamelle di massa granellata, che avevano inoltre un lieve colorito giallastro. Se aggiungevasi bile al liquido digerente dopo aver disciolto in questa albumina, scorgevasi talvolta una lieve effervescenza e fiocchi bianchi pronti a sparire; ma d'ordinario non sopraggiungeva che un movimento generale ed un lieve intorbidamento nel liquore. Questa differenza può provenire da ciò che, nel primo caso, la bile era di un animale testè ucciso e non ancora freddato. Ritornato al riposo, il liquore non mostrava nulla di più che quando l'aggiunta della bile era avvenuta innanzi la dissoluzione dell'albumine d'uovo. La stessa bile appariva al microscopio perfettamente chiara, con alcune lamelle più o men larghe, nere o brunastre, angolose, le quali si ritrovavano egualmente nel miscuglio. Allorquando era stata tenuta in digestione per molti giorni della carne, col liquido digerente contenente bile, il feltro presentava, oltre i rimasugli non disciolti, certi granelli bianchi, di grasso saponoso, miscibile all'acqua, mentre che il grasso attraversava la carta, come olio, allorquando il liquido non era stato mescolato con bile. Per ciò che spetta l'albumina essa stessa posta in digestione con quest'ultimo, la sua dissoluzione comparisce differente, secondo che il liquido risulta più o men acido. Nell'ultimo caso, i margini del pezzo d'albumine d'uovo diventano trasparenti e si rammolliscono, cambiamenti che poco a poco

si propagano verso il centro, finchè la massa intiera sia divenuta limpida come succino e molle. Se, all' opposto, la quantità di acido è più considerabile, l' albumina non giunge a questo grado di trasparenza, ma essa si corrode dalla periferia al centro, e finisce col restare soltanto un tutto piccola massa di color bruno chiaro. Nei due casi, il residuo, esaminato col microscopio, presenta l' aspetto di certa massa informe e limpida, dalla quale, comprimendola, giungesi a distaccare gocce di olio e bolle di aria avente la forma di piccole perle, e particelle chiare di forma indeterminata. Se la quantità di albumina disciolta nel liquido digerente non è considerabile, questo serba la sua limpidezza; ma se la quantità elevossi a circa una dramma per mezz' oncia di liquore, questo s' intorbida, e vi si forma un sedimento fioccoso bianco, in cui il microscopio fa riconoscere un aggregato di granelli sommamente fini) (1).

§. 942. Giungiamo al quesito di sapere qual è il modo di azione del succo gastrico, o, ciò che torna lo stesso, quali sono i cambiamenti essenziali che gli alimenti comportano nello stomaco.

I. Ciò che primo si presenta è la fluidificazione degli alimenti, la quale stabilisce la possibilità che queste sostanze si riducano ai loro principii costituenti, che questi contraggano nuove combinazioni, e che il corpo s' impossessi dei prodotti assimilati. La fluidificazione fu considerata come il fatto essenziale della digestione stomacale, in addietro da Hecquet, Bohn ed altri (2), e nei tempi moderni, non solo da Beaumont (3), Leuret e Lassaigue (4), ma inoltre da quelli che ci insegnarono per primi a conoscere le particolarità dei cambiamenti chimici effettuantesi nello stomaco, Tiedemman, Gmelin ed Eberle. Quest' ultimo dice positivamente (5) essere la digestione piuttosto una fluidificazione, una dissoluzione, che una vera trasformazione, non essere per lo meno dimostrato che vi avvenga nulla di simile a questa. Ma qui il rigorismo della chimica fu spinto troppo oltre; non puossi mettere in dubbio la trasformazione degli alimenti, per poco che si rifletta ad un fatto semplicissimo, quello della sostanza nutritiva vegetabile, l' amido, ad esempio, non contiene veruno dei principii costituenti del sangue, che il sangue non presenta neppure veruna traccia di questa sostanza vegetabile, e che tuttavia la digestione giunge a formare con questa del sangue.

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *Haller, Elem. physiol., t. VI, p. 315.*

(3) *Loc. cit., p. 18.*

(4) *Ricerche sulla digestione, p. 192.*

(5) *Loc. cit., p. 330.*

II. Che le sostanze portate nello stomaco comportino considerabile cambiamento, emerge già dai numerosi esempj conosciuti d' introduzione nello stomaco della marcia dei bubboni pestilenziali o sifilitici, della carne di animali morti dalla rabbia o dal tifo, dal veleno dei serpenti, dell' ipo, e simili, senza che questi agenti di distruzione abbiano esercitato funesta influenza, od almeno senza che abbiano apportato conseguenze paragonabili a quelle risultanti dalla loro apposizione in rapporto colle parti private di pelle od anche colla pelle. Puossi consultare in tale proposito Haller (1) ed Heusinger. A dir vero, questa innocuità per la via dello stomaco non è già una regola senza eccezione, e può, oltre il viscere gastrico, avervi parte il sistema linfatico (§. 909, 5.^o); ma non ne segue già da ciò che lo stomaco non posseda il potere di trasformare le sostanze estranee. È cosa difficile poi dimostrare gli effetti di questo potere sugli alimenti; giacchè siccome non vi si può pervenire se non paragonando il chimo da un lato cogli alimenti ingeriti e dall' altro col succo gastrico, è certamente fattevole tentare in tale proposito alcune esperienze sopra sostanze alimentari, le quali non contengono veruno dei principj costituenti del sangue, ed a cui per conseguenza non potrebbe essere riportato niuno di quelli che potrebbonsi rivenire nel chimo, ma il succo gastrico contiene già certa copia di questi principj, in particolare dell' osmazomo, della ptialina, del muco, ed altresì alquanto albumina (§. 820, 5.^o), sicchè, quando se ne trova nel chimo, si rimane incerto di sapere se sono il prodotto della digestione, o se provengono dal succo gastrico.

1.^o Evvi albumina nel chimo. Marcet (2) ne dimostrò in un gallo d' India nudrito con vegetali; giacchè il chimo di quest' animale precipitava mediante il calore, gli acidi minerali ed il deuto-cloruro di mercurio; si discioglieva quasi totalmente nell' acido acetico, e dava fiocchi bianchi mediante il cianuro di potassio. Prevosto e Le Royer (3) credettero riconoscere una grande quantità nel foglietto della pecora; Tiedemann e Gmelin pensano (4) che essi presero del muco per albumina, sebbene Gmelin abbia eziandio trovato questa ultima nel ruminare dei montoni che erano stati nudriti con avena; ma Prout (5) non potè scoprirne veruna traccia nel chimo dei conigli, dei piccioni, delle tenche e degli sgombri.

(1) *Elem. physiol.*, t. VII, p. 58.

(2) *Annali di chimica*, t. II, p. 54.

(3) *Biblioteca universale*, t. XXVII, p. 283.

(4) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 360.

(5) *Schweigger Journal der Chemie*, t. XXVIII, p. 195.

2.° Trovò Werner (1) che il chilo del cavallo non si coagulava nè all'aria nè al fuoco, e che dopo essere stato inspissito si scioglieva nell'acqua. Colla scorta di fatti dello stesso genere, Emmert vi ammetteva la presenza della gelatina (2). Prevost e Le Royer (3) pretendevano altresì aver riscontrato questa sostanza nel rumine e nel reticolo della pecora. Assicurasi pure che lo stomaco della donna colta da fistola gastrica di cui parla Circault conteneva più gelatina di quanta ve ne era negli alimenti ingeriti. È tuttavia possibile che abbiansi presi la ptialina e l'osmazomo per gelatina; si convinse Eberle (4) che la quantità di queste sostanze sorpassava, nel chimo risultante dalle sue esperienze, quella che esisteva nel succo gastrico artificiale di cui erasi servito.

3.° Dicevasi aver riscontrato della fibrina nel malato di Circault, e Marcet credeva averne veduto nel pollo d'India. La esistenza di questo principio immediato non è mica confermata.

III. Se siamo ancora pochissimo avanzati sotto questo aspetto, le nostre cognizioni relativamente alla digestione fecero un gran passo mediante la certezza procurata dallo esame del chimo formato nello stomaco degli animali e del chimo ottenuto col succo gastrico artificiale che si effettua la trasformazione di certe sostanze in alcune altre determinate.

1.° Tiedemann e Gmelin schiusero qui la carriera e scopersero il fatto maggiormente importante (5). In un cane, *l'amido era*, in capo a cinque ore, *convertito in zucchero ed in gomma di amido*. Si potrebbe attribuire questo effetto alla ptialina (§. 938, 6.°); tuttavia esso avvenne eziandio in un'oca, e qui la saliva non avea potuto pigliarvi che poca parte. Non si fecero per anco esperienze col succo gastrico puro od artificiale.

2.° La seconda importante scoperta la dobbiamo ad Eberle (6). *L'albumina coagulata si trasforma in osmazomo ed in ptialina*, tanto nello stomaco che mediante la digestione col succo gastrico artificiale. Questo risultato fu comprovato da Schwaun (7). L'albumina era distrutta, dopo di che il liquore non s'intorbidava più nè mediante il calore o l'acido benzoico, nè col cianuro di potassio e di ferro, quando vi si aggiungeva acido acetico. Era osmazomo quello che fu prodotto, giacchè una parte del residuo del liquore evaporata a secchezza si discioglieva

(1) Scherer, *Journal der Chemie*, t. VIII, p. 30.

(2) Reil, *Archiv fuer Physiologie*, t. VIII, p. 176.

(3) *Loc. cit.*, p. 231.

(4) *Loc. cit.*, p. 164.

(5) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 340.

(6) *Loc. cit.*, p. 81, 165.

(7) Muller, *Archiv*, 1836, p. 78.

nell' alcool, d' onde lo precipitava la tintura di noce di galla, ed un' altra porzione, insolubile nell' alcool, era solubile quasi totalmente nell' acqua, poi precipitabile mediante la tintura di noce di galla o la dissoluzione del deuto-cloruro di mercurio, locchè annunciava in conseguenza la ptialina. Sopra 20 grani di albumina, ne rimase tre ed $\frac{1}{5}$ non disciolto, e la dissoluzione conteneva, in materia solida, un grano e $\frac{3}{5}$ di osmazomo, con mezzo grano di ptialina; queste sostanze esistevano altresì nella porzione rimasta non disciolta (1). Schwann osservò inoltre una terza sostanza, cui precipitava il carbonato di soda, e che non era solubile nè nell' acqua nè nell' alcool, ma si discioglieva nell'acido acetico o nell'acido cloridrico allungato.

3.° Secondo le esperienze fatte da Tiedemann e Gmelin sopra alcuni cani, *la fibrina sembra convertirsi in albumina*, giacchè quest'ultima si trovò nel chimo, mentre che il succo gastrico non ne conteneva mica in altri cani (2). Eberle, in analoga esperienza (3), trovò, oltre l' albumina, della ptialina e dell' osmazomo, ed in una esperienza di digestione col succo gastrico artificiale, la fibrina erasi convertita, secondo Schwann (4), in osmazomo e ptialina. Tiedemann e Gmelin incontrarono albumina nel chimo dei cani che avevano mangiato carne, o cartilagine, od ossi (5). Il liquido proveniente dal bue e dal pane bianco posti a digerire nel succo gastrico artificiale, offerse ad Eberle (6), oltre la fibrina e l' albumina, molta ptialina, con alquanto materia caseosa; dopo un' altra digestione di bue e di fegato, trovò molta albumina (che esiste altresì nella carne, e che abbonda specialmente nel fegato), della ptialina, una grande quantità di osmazomo, e certa materia analoga alla caseosa (7); il chimo di un gatto nudrito di bue e pane bianco conteneva osmazomo e ptialina (8).

4.° Tiedemann e Gmelin trovarono bensì il cacio ed il latte trasformati nei cani (9), ma non sembravano essersi convertiti in albumina, giacchè il calore, il cianuro di potassio e di ferro ed il deuto-cloruro di mercurio non intorbidavano il liquore. Così pure, secondo Eberle (10), il

(1) Ivi, p. 86.

(2) Ricerche sulla digestione, t. I, p. 338.

(3) Loc. cit., p. 102.

(4) Loc. cit., p. 132.

(5) Ricerche sulla digestione, t. I, p. 342.

(6) Loc. cit., p. 164.

(7) Ivi, p. 84.

(8) Ivi, p. 100.

(9) Ricerche sulla digestione, t. I, p. 340.

(10) Loc. cit., p. 87, 96, 165.

cacio non era divenuto decisamente albumina, nè colla digestione naturale, nè colla digestione artificiale. Però Simon (1) assicura che la *materia caseosa si trasforma realmente in albumina*, atteso che la dissoluzione di questa sostanza, che risulta dalla digestione artificiale, s' intorbida colla bollitura, precipita in bianco mediante l' alcool od il sublimato, e non precipita mica col cloruro di potassio e di ferro dopo l' aggiunta di acido acetico, mentre che una dissoluzione recente di cacio produce reazioni inverse di quelle.

5.° La gelatina era decomposta nei cani, per asserzione di Tiedemann e Gmelin (2); non faceva desso più gelo, ned era più precipitata sotto forma di filamenti dal cloro; tuttavia non era possibile dimostrare positivamente che essa fu convertita in albumina ed in materia caseosa.

6.° Rimane la stessa incertezza in ciò che concerne il glutine (3), il quale, dopo cinque ore di digestione, nei cani, formò un liquido divenente torbido mediante il calore; circostanza la quale stabiliva dell' analogia coll' albumina. Eberle lascia egualmente indeciso il quesito di sapere se il glutine sia solamente disciolto, o se si trasforma in altra sostanza. Ma, nel chimo proveniente dal latte e dal pane bianco, trovò albumina, glutine, materia caseosa, ed inoltre gelatina, giacchè l' albumina cagionava un pesante precipitato bianco (4). Pretende Gannal (5) che il glutine non cambi durante la digestione, e che desso serva soltanto ad impedire all' amido di attraversare le vie digerenti con soverchia prestezza. Prevost e Le Royer (6) riconobbero, nei due primi stomachi della pecora, l' albumina vegetabile allo stato di dissoluzione alcalina, ed inoltre della gelatina; ammettono essi, in conseguenza, che l' *albumina vegetabile, disciolta dall' alcali della saliva, si trasformi in gelatina*.

7.° Giusta il fin qui esposto, la digestione stomacale forma dell' albumina con la fibrina e la materia caseosa, dell' osmazomo e della ptialina con la fibrina e l' albumina, dello zucchero e della gomma coll' amido, della gelatina coll' albumina vegetabile. Aveva preteso Krimmer (7), che i diversi alimenti si convertissero in albumina, e Muller (8) che lo segue, considera l' alibilità come identica coll' attitudine ad essere trasformato

(1) Muller, *Archiv*, 1839, p. 6.

(2) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 338.

(3) Tiedemann e Gmelin, *loc. cit.*, p. 340.

(4) *Loc. cit.*, p. 164.

(5) *Archivii generali*, 2a serie, t. I, p. 601.

(6) *Loc. cit.*, p. 230, 234.

(7) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 92.

(8) *Handbuch der Physiologie*, Parigi, 1840, t. I, p. 460.

in albumina. Sembra tuttavia, secondo ciò che precede, che la digestione stomacale non produca albumina con tutte le sostanze alimentari. D'altronde, dovesse pur essa somministrare realmente un prodotto sempre identico, siamo in diritto di congetturare che ciò non sarebbe né albumina, né veruno degli altri principii costituenti del sangue, ma un rudimento di queste diverse sostanze, una specie di materia neutra, a spese della quale tutte possano pigliar nascimento, o, come si esprime Truttenbacher (1), una massa plastica indifferente. Secondo l'osservazione superiormente riportata (§. 941, IV, 4.^o), è verisimile che questo primo prodotto della digestione contenga grasso.

§. 943. Si domanda ora qual è la parte, propriamente parlando, attiva del succo gastrico.

1.^o Dobbiamo primieramente scartare la ipotesi secondo cui la saliva rappresenta il succo gastrico (§. 820, 1.^o), diviene acida mediante l'acidificazione degli alimenti (§. 851, 3.^o), ed è l'agente della digestione. Ha dessa, infatti, contro di sé, le esperienze precedentemente citate sul succo gastrico (§. 941, III), ed in particolare sopra quello che lo stomaco separava sotto gli occhi di Beaumont. Pretese Schultz, senza il minimo fondamento (2), che la dissoluzione nel succo gastrico fuori dello stomaco accada soltanto quando gli alimenti furono insalivati, e che essa sia d'altronde piuttosto una corruzione che una digestione. La carne posta entro la saliva non viene già digerita, ma passa alla putrefazione (3); sopra 15 grani di *bifstec*, posti in digestione in tre dramme di saliva, 12 erano ancora indisciolti, ma fetidi, dopo 24 ore, mentre che la stessa quantità, trattata in pari modo con tre dramme di succo gastrico, non lasciava che un grano di residuo, sprovvisto pure di odore quanto il liquido soprannuotante (4). La carne si discioglie meno quando si aggiunga saliva al succo gastrico, e passa quindi alla putrefazione, locchè non accade allorquando adoprasi succo gastrico puro (5). Waleo erasi convinto già, mediante analoghe esperienze (6), che la parte attiva non appartiene mica qui alla saliva.

2.^o Non avvi dubbio che la digestione stomacale implichi necessariamente la fluidificazione, e che in conseguenza l'acqua ed i sali siano

(1) *Der Verdauungsprocess*, p. 7, 24.

(2) *De aliment. concoct.*, p. 99.

(3) Hood, *Analytic physiology*, p. 165.

(4) *Loc. cit.*, p. 155.

(5) *Ivi*, p. 157.

(6) *Th. Bartholin, Anatomia reformata*, p. 533.

elementi essenziali del succo gastrico. Praticando vivisezioni, scorgesi che gli alimenti secchi si rammolliscono nello stomaco, anche senza il concorso della bevanda, e la digestione degli elementi sostanziosi, come carne, pane, legumi farinacei e simili, è evidentemente attivata da una bevanda presa con moderazione, massime verso la fine del pasto, od anche alcune ore dopo (1). Era però opinione inammissibile quella, che alla maniera di Haller (2), faceva consistere la digestione nella macerazione mediante l'acqua ed i sali del succo gastrico; è pure insostenibile il pretendere con Tiedemann e Gmelin, che l'ufficio di tal succo si riduca a rammollire e disciogliere in virtù dell'acqua e dell'acido che esso contiene (3). 50 grani di carne di pollo e 10 grani di pane masticato essendo stati posti a digerire nell'acqua calda e nel succo gastrico, la prima ne disciolse 20, ed il secondo 45 (4). 11 grani di cuore di montone rimasero nell'acqua senza disciogliersi minimamente, e principiarono, dopo tre giorni, a cadere in putrefazione, mentre in capo a 24 ore erano accresciuti di un grano e mezzo circa nel succo gastrico freddo, per effetto dell'assorbimento in capo a 48 ore avevano perduto 3 grani e 1/2 del loro peso, e finalmente rimasero esenti di putrefazione (5). Anche Schwann fece alcune esperienze comparative sulla digestione nell'acqua, e comprovò che la fibrina e l'albumine dell'uovo indurito non vi si rammollivano, e finivano col putrefarvisi (6).

3.° Il succo gastrico contiene un acido libero durante la digestione (§. 851, 1.°, 2.°, 3.°), ed il chimo è sempre acido; diviene esso eziandio, come osservarono Beaumont (7) ed Eberle (8), sempre più acido, secondo che la digestione progredisce nello stomaco. Se Reuss, procurandosi il vomito, trovava nel suo chimo sapore e reazioni acidi, sebbene innanzi il pasto avesse egli preso cinque grani di potassa, e se Montegre trovava che la carne presa in seguito a mezza dramma di magnesie calcinata, per vomitare volontariamente, non era ancora acida mezz'ora dopo il pasto, ma lo era dopo un'ora, ed aveva specialmente un alto grado di acidità dopo due ore e mezzo, non puossi, in presenza delle altre esperienze, concludere

(1) *Diz. di Med. e di Chir. prat.*, art. BEVANDA, t. III, p. 191 e seg.

(2) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 327.

(3) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 329, 367.

(4) *Beaumont, loc. cit.*, p. 183.

(5) *Ivi*, p. 147.

(6) *Muller, Archiv*, 1836, p. 72.

(7) *Loc. cit.*, p. 60, 76.

(8) *Loc. cit.*, p. 158.

da ciò che, come ammettevano Haller (1) e Spallanzani, gli alimenti generino in essi un acido, ma è, invece, una prova che il succo gastrico giunge a predominare sull'alcali principalmente pei progressi della digestione. Già pensava Waleo non essere dubbioso che la dissoluzione degli alimenti sia operata da un acido. Secondo Tiedemann e Gmelin (2) è l'acido acetico o l'acido clodrico del succo gastrico che discioglie l'albumina coagulata durante il lavoro della digestione, la fibrina, la materia caseosa ed il glutine, il tessuto cellulare, le membrane, i tendini, le cartilagini e gli ossi. Ma le esperienze instituite da Beaumont fece rifiutare tale ipotesi; l'albumina si coagula nel succo gastrico come nell'aceto; ma, dopo cinque ore, il grumo era affatto disciolto nel primo, mentre non aveva comportato il minimo cambiamento nel secondo (3); 20 grani di bue arrostito masticato, posti in mezz'oncia di succo gastrico, erano compiutamente ridotti, dopo 8 ore, in un liquido grigiastro, con lieve sedimento bruno, mentre mezz'oncia di acido cloridrico e di acido acetico allungato non disciolse, della stessa quantità di questa sostanza, che 11 grani, che produssero certa dissoluzione rosso-bruna, senza sedimento; la dissoluzione della ittiocola negli acidi differiva egualmente da quella nel succo gastrico, sotto il doppio aspetto della quantità e delle proprietà. Ottenne Eberle in ogni riguardo simile risultato (4), servendosi di questi acidi sotto forma liquida e sotto forma vaporosa; tuttavia era costretto ricorrervi per la preparazione del succo gastrico artificiale. La necessità della presenza di un acido libero in quest'ultimo fu egualmente riconosciuta da Schwann (5), giacchè il liquido ottenuto perdeva il potere di digerire allorquando lo si neutralizzava con carbonato di potassa; ma questo sperimentatore acquistò altresì la convinzione che la dissoluzione dell'albumina coagulata o della carne negli acidi cloridrico ed acetico differisce totalmente da quella di queste stesse sostanze nel succo gastrico artificiale (6).

4.° Il succo gastrico deve, indipendentemente dall'acqua, dai sali e dall'acido libero, contenere inoltre altra sostanza, la quale contribuisce dal suo canto alla digestione. Vide Eberle (7), in animali che avevano

(1) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 315, 330.

(2) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 367.

(3) *Loc. cit.*, p. 206.

(4) *Loc. cit.*, p. 67.

(5) *Loc. cit.*, p. 93.

(6) *Loc. cit.*, p. 70.

(7) *Loc. cit.*, p. 75.

mangiato molte materie solide, la pallottola alimentare rivestita da un muco sodo e grigiastro, il quale erasi separato durante la digestione. Questo muco differiva dal muco ordinario per la sua consistenza maggiore, quasi gelatinosa, e la sua dissoluzione nell' acqua esercitava un' azione dissolvente quasi eguale a quella del succo gastrico. Lo considera Eberle come una sostanza che concorre essenzialmente alla digestione (1). Tuttavia sorgono contro questa ipotesi alcune circostanze. Il muco non può comparire alla superficie separante sotto forma di massa consistente, di una specie di gelo; non può essere che il residuo di un liquido, il quale si evaporò, che il prodotto di un cambiamento nella composizione di questo (§. 820, 1.^o). Lo si trova tale nello stomaco vuoto, ed allo stato neutro. Ma se il viscere sia stimolato, massime dagli alimenti, il succo gastrico esce sotto forma di liquido chiaro come acqua ed acido. Lasciando questo succo in riposo, il muco si precipita in fiocchi, ed il liquido soprannuotante non è più tanto viscoso; puossi altresì separare il muco mediante la filtrazione. Questo non è adunque disciolto nell' acido del succo gastrico; infatti, gli acidi lo disciolgono difficilmente, e l' acido acetico non esercita sopra di esso azione dissolvente. Ma dappoichè esso non attraversa il filtro, la digestione degli alimenti rinchiusi in piccoli sacchi di tela (§. 941, 3.^o) non può dipendere da esso, e bisogna che quella sia l' effetto del liquido che penetra attraverso l' involucro. Così, secondo Schwann (2), il muco, se si trova nel succo gastrico artificiale, è decomposto, e non solo allo stato di dissoluzione, dappoichè il liquore esercita il suo potere digerente allora eziandio che lo si ha filtrato.

5.^o Ammette adunque Schwann (3) una sostanza digerente particolare, la *pepsina*; sostanza la quale si discioglie nell' acqua, nell' acido cloridrico allungato e nell' acido acetico, che l' alcool ed il calore della bollitura decompongono, che l' acetato di piombo, il deutocloruro di mercurio ed il concino precipitano, ma che non è mica precipitabile dagli alcali nè dal cianuro di potassio e di ferro. Per metterla in evidenza, bisogna aggiungere cianuro di potassio e di ferro al succo gastrico artificiale, filtrare il liquore, neutralizzarlo mediante il carbonato di potassa, versarvi deutocloruro di mercurio, il quale precipita la pepsina combinata coll' osmazomo, redisciogliere queste sostanze coll' aggiunta dell' acido cloridrico, far passare una corrente di gas sulfidrico nel liquore, finalmente,

(1) *Loc. cit.*, p. 160.

(2) *Loc. cit.*, p. 111.

(3) *Ivi*, p. 116.

separarli dal solfuro di mercurio; non rimane più allora che da separare l'osmazomo dalla pepsina (1). Dassi il latte quale reattivo di quest'ultima, di maniera che un liquido neutro, il quale fa quagliare il latte, e che perde questa proprietà mediante lieve bollitura, deve essere considerato come contenente pepsina (2). Secondo Valentin (3), la pepsina ha molta affinità coll'albumina liquida, e forse eziandio risulta essa stessa identica a questa sotto il rapporto dei principii costituenti mediati, sebbene l'albumine dell'uovo mescolato di acido non posseda verun potere digerente. Il presame o la materia digerente contenuta nelle critte dello stomaco, non è volatile, secondo Purkinie e Pappenheim (4), e, tanto secca quanto in dissoluzione, essa conserva per molto tempo la sua virtù; ma il calore gliela fa perdere. Per effettuare la digestione, essa abbisogna soltanto dell'aggiunta di un acido qualunque o dello sviluppo di quest'acido mediante il galvanismo.

6.° Sorge una circostanza contro la presenza nello stomaco di una materia digerente speciale, ed è che puossi altresì, con altre materie animali, preparare, aggiungendovi acido, un liquido analogo al succo gastrico artificiale. Preparava Carminati un succo gastrico artificiale facendo digerire per 16 ore due dramme di vitello in un'oncia di acqua di fontana, con cinque grani di sale marino; ma non si valse egli di questo liquido che per usi terapeutici. Del vitello cui Montegre aveva posto in un miscuglio di due terzi di saliva ed un terzo di aceto, compariva rammollito, senza tuttavia essere affatto disciolto; ma, dopo quattro mesi, non vi si scorgeva per anco verun indizio di putrefazione, intanto che, nella sola saliva, esso cominciava a putrefarsi in capo a 24 ore. Le seguenti esperienze sono più concludenti di quelle. Trovò Eberle (5) che qualunque muco, per esempio, quello del naso, o che qualunque membrana vescicolosa, associata all'acido cloridrico od all'acido acetico, digeriva tanto bene quanto la membrana stomacale. Purkinie e Pappenheim (6) dicono egualmente che aggiungendo acido al maggior numero delle altre membrane intestinali ed al pancreas, si si procura un succo gastrico artificiale attivissimo. Del resto, assicura Schwann (7) che la pepsina non esercita

(1) *Ivi*, p. 126.

(2) *Ivi*, p. 130.

(3) *Repertorium*, t. II, p. 200.

(4) *Froriep, Notizen*, t. L, p. 210.

(5) *Loc. cit.*, p. 78.

(6) *Froriep, Notizen*, t. L, p. 211.

(7) *Loc. cit.*, p. 136.

la sua azione digerente sopra tutti gli alimenti, ma la fa sentire soltanto all'albumina ed alla fibrina; la materia caseosa, la gelatina ed il glutine essendo digeriti dall'acido libero del succo gastrico, e l'amido dalla saliva che si mescola con questo succo.

(La proprietà che Eberle scoperse nella membrana mucosa stomacale acidificata di esercitare un'azione digerente, principalmente sopra l'albumina coagulata, non può essere posta in contingenza. Tuttavia una proprietà digerente analoga, ma assai meno sensibile, sembra appartenere eziandio a tutte le altre sostanze animali. Per provarla, trattai diverse parti di cani morti nella stessa maniera assolutamente che Eberle, Muller e Schwann prescrivono di farlo per la membrana mucosa dello stomaco; le ho diligentemente lavate, disseccate, poi trattate con un peso quadruplo di acqua contenente 12 gocce di acido cloridrico per oncia, e feci digerire il tutto per 24 ore alla temperatura di 32° R. Immersi in ciascuno dei liquidi così ottenuti due pezzi cubici di albumina, pesante ciascuno 12 grani, e feci digerire il miscuglio a blando calore. Per avere un termine di paragone, misi consimili cubi di albumina nel succo gastrico artificiale prodotto dalla membrana mucosa stomacale acidificata, nell'acqua distillata alla quale aveva aggiunto una quantità proporzionale di acido, nell'acqua distillata non acida, e finalmente nella saliva non acida. Ecco quali ne furono i risultati.

1.° Nel succo gastrico preparato colla membrana stomacale, i cubi erano, dopo 24 ore, trasparenti e molli in gran parte; scorse 48 ore, non ne rimaneva più altro che due piccole masse brunastre pesanti insieme tre grani.

2.° Nell'acqua acidulata, che rimase perfettamente limpida, i pezzi di albumina erano ancora bianchi e duri in capo a 48 ore; all'ottavo giorno, risultavano duri, ma alquanto rossastri, e pesavano insieme 22 grani.

3.° L'acqua non acidulata aveva, dopo 48 ore, un odore di latte non ispiacevole, ed era intorbidata da infiniti fiocchi bianchi staccati dalla superficie dell'albumina. Al quarto giorno, l'odore era putrido; l'acqua era restituita affatto bianca e torbida pei fiocchi; sulle pareti del vaso eransi sviluppate alcune muffe.

4.° La saliva non acida si putrefece dopo 48 ore; la coperse un grosso strato di muffa; l'albumina era bianca e molle; staccaronsi dalla superficie alcuni fiocchi bianchi.

5.° Nel liquore preparato colla tonaca muscolosa dello stomaco del cane, i pezzi di albumina, dopo 48 ore, erano molli, lividi e trasparenti sui margini; pesavano 22 grani. Nell'ottavo giorno, erano mollissimi e

ridotti ad otto grani. Aveva precedentemente comprovato una potenza digerente ancora più forte nella membrana carnosa dello stomaco del vitello; qui la digestione sembrava essere tanto compiuta quanto colla membrana mucosa; la sola differenza valutabile consisteva nell'essere il liquido preparato colla prima passato prontissimamente alla putrefazione, mentre il secondo conservossi per intiere settimane.

6.° Nel liquore preparato colla membrana mucosa della trachea, i pezzi di albumina erano, dopo 48 ore, giallo-pallidi, ma poco pellucidi, e non pesavano che sedici grani. Nell'ottavo giorno avevano lo stesso colore, ma erano mollissimi ed il loro peso trovavasi ridotto a dieci grani.

7.° Dopo 48 ore di soggiorno nel liquore preparato colla sostanza polmonare, i pezzi di albumina erano giallastri, pellucidi sui margini; non pesavano che 19 grani. Scorsi 8 giorni, essi erano colorati di bruno ed affatto trasparenti, come succino o zucchero candito. Il loro peso non era più che 14 grani.

8.° Nel liquore preparato con una membrana sierosa, il pericardio specialmente, i pezzi di albumina erano, dopo 48 ore, lividi e del peso di 22 grani. All'ottavo giorno, erano meno trasparenti, men bruni e mollissimi; non pesavano più che 17 grani.

Eguali risultati furono somministrati dal liquore preparato col tessuto cellulare puro.

9.° Nel liquore preparato colla sostanza del fegato, i pezzi di albumina erano molto bruni dopo 48 ore, e pesavano 20 grani. All'ottavo giorno, erano bruno-nerastri, poco rammolliti e pellucidi soltanto sui margini; pesavano 18 grani.

10.° Nel liquore preparato colla vescica urinaria intiera, essi erano, dopo 48 ore, lividi e neri a tratti; il loro peso ascendeva a venti grani. Nell'ottavo giorno, erano convertiti in certa massa simile a gelatina, ma che pesava sempre 20 grani.

11.° Nel liquore preparato col parenchima delle glandole salivali, l'albumina era divenuta, dopo 48 ore, rosso-livida, e trasparente sui margini, ma senza perdita del proprio peso. Nell'ottavo giorno, sembrava tutta nera; era mollissima e trasparente, ma pesava tuttavia 22 grani.

12.° Nel liquore preparato con lembi di muscoli ubbidienti alla volontà, i pezzi di albumina erano, dopo 48 ore, brunastri ed alquanto pellucidi. Nell'ottavo giorno, non erano sensibilmente rammolliti, ma non pesavano più che 17 grani.

13.° Nel liquore preparato colla sostanza nervosa pura, essi erano

lividi, ma meno pesanti, dopo 48 ore. All'ottavo giorno, i loro margini mostravansi pellucidi e rammolliti; ma pesavano tuttavia 22 grani.

14.° Molte altre parti animali diedero analoghi risultati; la qual cosa fa sì che le passiamo in silenzio. Fu costantemente osservato che la dissoluzione progrediva con tanta maggior lentezza, quanto maggior grasso conteneva la sostanza impiegata alla preparazione del liquore. È certo che nei casi precitati avvenne una vera digestione, giacchè, mediante i processi conosciuti, si pervenne dopo la dissoluzione parziale dell'albumina, a dimostrare la presenza dell'osmazomo e della ptialina nei diversi liquori (1).

2. SECONDO PERIODO.

§. 944. Allorquando un'occlusione malaticcia del piloro impedisce al chimo di passare nell'intestino, ne avvengono il marasmo e la morte. L'azione dello stomaco non basta dunque acciocchè la nutrizione del corpo si compia convenevolmente, fa d'uopo inoltre il concorso dello intestino. Siffatto concorso può consistere, o nel trasporto del prodotto della digestione, o nella continuazione dello stesso lavoro digerente.

1.° Nel primo caso, la digestione sarebbe terminata dopo i cambiamenti che le sostanze alimentari comportano nello stomaco, e l'intestino non avrebbe che due ufficii da adempiere, quello di condurre il prodotto della operazione alla massa del sangue mediante i suoi numerosi vasi linfatici, e l'altro di riportare all'esterno le porzioni incapaci di assimilarsi. Per tal guisa, senza la sua cooperazione, lo stomaco formerebbe tuttavia tanto chilo, ma non ne somministrerebbe egual copia al sangue, ed in conseguenza nutrirebbe meno. Potrebbe allegare in favore di questa maniera di vedere, i casi nei quali la vita si sostenne, dicesi, per 8 in 20 anni, in onta del vomito abituale di tutti gli alimenti (2). Ma allora bisogna bene che una parte del chimo sia passata nell'intestino, giacchè non si conosce verun esempio d'individuo, il quale, avendo il piloro affatto chiuso, abbia potuto, pel solo fatto della digestione stomacale, nutrirsi tanto da prolungare la propria esistenza per sei mesi. D'altra parte, ha dedita contro di sè i casi nei quali la sola digestione intestinale bastò a mantenere la vita per qualche tempo; tale era quello di un malato di cui parla Layard (3),

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *Haller, Elem. physiol., t. VI, p. 337.*

(3) *Storia dell'Ac. delle scienze, 1750, p. 406.*

e che non potendo prendere nulla per bocca, fu nudrito per tre mesi con clisteri di brodo. Dall'aver alcune rane, alle quali si tolse tutto il mesenterio, continuato a vivere senza mangiare, concluse Krimer (1) che la nutrizione fu allora adempiuta dal solo stomaco; ma l'intestino aveva incontrastabilmente conservata la vita mediante le anastomosi dei suoi vasi collo stomaco intatto, sicchè esso era rimasto in istato di concorrere alla digestione.

2.° Nel tempo stesso che l'intestino esercita evidentemente un copioso assorbimento, giacchè le egestioni diventano più aride quando il soggiorno del chimo nel suo interno si prolunga, di quello che lo sono quando questo l'attraversa rapidamente, deve altresì continuare desso la digestione incominciata, ed agire nella maniera stessa dello stomaco, dappoichè la sua secrezione è la stessa in quanto al fondo. Trovò Magendie che la carne cruda portata nel duodeno di un cane, ove la si fissava mediante un filo, era già per metà digerita dopo tre ore; ed osserva egli che, l'uomo sopravvivendo talvolta molto tempo alle disorganizzazioni dello stomaco, la digestione deve allora compiersi necessariamente per l'intestino. È chiaro d'altronde, che in certi animali, per esempio, gli uccelli granivori ed i cavalli, gli alimenti comportano poco cambiamento nello stomaco, e che solo nell'intestino tenue essi convertonsi in chimo.

3.° Ma l'intestino non si limita a continuare la digestione principiata nello stomaco, con un'azione analoga a quella di questo viscere; esso la perfeziona inoltre con un modo di azione che propriamente gli appartiene. E le cose dovevano procedere così, dappoichè alcuni liquidi speciali, la bile ed il succo pancreatico affluiscono nell'intestino, e la prova n'è d'altronde somministrata dal mutamento di natura comportato dal chimo, non che dalla formazione del chilo. Le bevande spariscono prontamente dallo stomaco; una porzione imbeve gli alimenti, un'altra passa nell'intestino ed un'altra ancora viene assorbita dai vasi. Ne insegna Magendie che la legatura del piloro non impedisce alle bevande di sparire dallo stomaco con tanta rapidità quanto lo farebbero se l'orificio fosse libero (2), e la prontezza con cui si opera questo effetto non permette, giusta la osservazione di Eberle (3), di pensare ad un'assimilazione. Che certi liquidi passino immediatamente da di là nel sangue, lo attesta già la loro sollecita apparizione nell'urina (§§. 840, 7.°; 866, 1.°), e se basta mezz'ora per

(1) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 65.

(2) *Compendio elementare*, t. II, p. 125.

(3) *Loc. cit.*, p. 167.

far isparire due oncie dell'acqua tinta coll'indaco o colla robbia, cui Home (1) aveva iniettata nello stomaco dei cani, dopo la legatura del piloro, i vasi linfatici del viscere non si mostrarono nè colorati, nè anche solamente ingorgati di liquido. Questi vasi, come lo fa già osservare Haller (2), non assorbono che un liquido tenue e privo di colore; Brodie (3), Fohmann (4) ed altri non vi riscontrarono nulla che si somigliasse a chilo, e Tiedemann li trovò pieni di liquido acquoso, simile al siero di latte, in cani ai quali egli aveva dato del latte 25 minuti prima (5), Dobbiamo quindi riguardare come erronea l'asserzione di Leuret e Lassaigne (6), i quali dicono trovarvisi già chilo. Questo liquido non comparisce realmente che nei vasi linfatici dell'intestino, in cui per conseguenza compiesi certa trasformazione novella ed affatto particolare, o, come dicesi, una seconda digestione. La digestione stomacale non è adunque che un lavoro preparatorio della formazione del chilo, scopo di ogni digestione, e colla scorta di questa scala devesi determinare il preciso valore di tutte le ricerche fatte sopra ciò che dicesi la digestione artificiale. Eberle, in onta del successo delle sue esperienze sopra il succo gastrico fittizio, non ne dice meno che l'assimilazione e l'animalizzazione siano riserbate all'intestino (7); questa prova d'imparzialità gli fa onore.

§. 945. L'intestino tenue è il laboratorio dove la digestione raggiunge il suo secondo grado; alquanto rinserrato sopra sè stesso nello stato di digiuno, si distende allorchè il chilo vi perviene, entra in turgescenza, e si dà a più gagliardi movimenti.

1.° La sua membrana mucosa diviene rossa, e comincia a separare in maggior copia. Gli eccitanti puramente meccanici, come i ciottoli, aumentano anche essi siffatta secrezione, quanto gli stimolanti chimici, per esempio, il pepe (8), i sali (9), o gli eccitanti dinamici (§. 838, 2.°). Ma, nello stato normale, la bile che si sparge opera in tal guisa da rinvenirsi più succo intestinale sopra i punti coi quali essa entra in contatto; e dopo avere spremuta la vescichetta biliare, massime in un animale che da gran tempo non prese alimenti, vedesi il liquido mucoso uscire in gran

(1) *Lectures on comparative anatomy*, t. I, p. 224.

(2) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 338.

(3) *Froriep, Notizen*, t. IV, p. 178.

(4) *Anatomische Untersuchung*, p. 34.

(5) *bis*) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 212.

(6) *Ricerche sulla digestione*, p. 124.

(7) *Loc. cit.*, p. 164.

(8) *Tiedemann, Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 170.

(9) *Haller, Elem. physiol.*, t. VII, p. 101.

copia (1). Il succo intestinale contiene muco, albumina, osmazomo, ptialina (§. 820, III), e durante la digestione dell'acido libero, come osservarono Tiedemann, Gmelin (2) e Schultz (3). Siccome suole desso essere neutro negli animali a digiuno, od in istato di non istimolazione, la reazione acida non si appalesa nè in tutti i casi, nè sopra tutti i punti della estensione dell'intestino.

2.° Quando l'animale è a digiuno, la maggior parte della bile fluisce nella vescichetta, sicchè trovasi sempre questa piena allorchando lo stomaco ed il duodeno sono vuoti. Ma essa geme altresì in parte nell'intestino, di cui, perciò stesso, trovasi sempre la parte superiore più o men colorita in giallo. In un caso di ano artificiale, il quale per molto tempo costrinse ad usare clisteri nutrienti, nè permise al malato che di prendere in piccola quantità una bevanda mescolata di vino del reno, Acrel vide della bile pura uscire dalla ferita, in vece di escrementi. In un caso analogo, osservato da Lallemand (4), usciva la mattina, a digiuno, cinque o sei cucchiariate di liquido viscoso, giallastro, trasparente, che sembrava essere un miscuglio di succo intestinale, di bile e di succo pancreatico. Dice Magendie che, nei cani, la bile fluisce in modo intermittente (5), e che ne escono ad ogni minuto circa due gocce, le quali si distendono sulla superficie dell'intestino. Quest'afflusso continua durante la digestione, probabilmente in maggior abbondanza, e nello stesso tempo la bile si sparge dalla vescichetta, cui trovasi allora men piena o compiutamente vuota. La evacuazione comincia, secondo Macdonald (6), dal momento che giungono cibi nello stomaco, e secondo Bichat, all'epoca soltanto in cui il chimo perviene nello intestino. Procede essa da molte cause; primieramente, dal restringere la pressione dello stomaco la vescichetta biliare, la quale, nello intervallo dei pasti, all'opposto, trova bastante spazio onde riempirsi (7); poi, dal dilatarsi l'orificio del canale coledoco per effetto della turgescenza del duodeno; finalmente, dal propagarsi la irritazione dell'intestino agli organi biliari (§. 846, IV), e determinare la vescichetta a contrarsi (§. 793).

3.° Vide Magendie il succo pancreatico gemere, nei cani, ad epoche

(1) Eberle, *loc. cit.*, p. 314.

(2) *Loc. cit.*, p. 170.

(3) *De aliment. concoct.*, p. 39.

(4) *Osservazioni patologiche*, p. 74.

(5) *Compendio elementare*, t. II, p. 16.

(6) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. VI, p. 1565.

(7) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 229.

meno avvicinate; ne fluiva spesso una sola goccia ogni quarto di ora, ma talvolta la uscita di questo liquido accadeva con maggior sollecitudine.

4.° Il chimo s'ingiallisce dopo l'afflusso della bile, ed assume colore sempre più carico secondo che inoltrasi nell'intestino tenue; diventa più omogeneo, e gli alimenti vi sono sempre più difficili a riconoscere; acquista maggior fluidità nel duodeno, ma la sua consistenza aumenta secondo che progredisce; ha odore scipito, sapor dolciastro, e contiene fiocchi e strie bianchiccie o grigiastre. (Alcune sostanze che vidi uscire da un ano artificiale situato nella parte superiore dell'intestino tenue, avevano color verde-grigio; contenevano sempre molte bolle di aria, del marmo, dei grumi verdastri, legati insieme, e simili a cavolo verde triturato; finalmente, porzioni non digerite di alimenti) (1). L'acido libero scema nel tragitto dello intestino; persiste, secondo Haller (2) e Magendie (3); pretende Emmert che esso sia poco sensibile nella parte inferiore dell'intestino tenue. Secondo Tiedemann e Gmelin, esso sparisce ordinariamente, ma non sempre, in questa ultima regione, tanto se all'acido cloridrico si sostituisca l'acido acetico, posto in libertà dall'altro che si combina colla base dell'acetato di soda della bile, come se l'acido, qualunque esso siasi, si unisca alla soda libera della bile, la quale tuttavia non esiste in quantità considerabile nei cani, quanto per ultimo se un principio di putrefazione svolga dall'ammoniaca alcuni alimenti, o che l'acido libero venga assorbito e neutralizzato nei gangli mesenterici, per una secrezione alcalina del sangue. L'unica cosa che la esperienza insegna si è, che quest'acido si dissipa poco a poco dopo il miscuglio della bile col chimo. Per tal guisa, Prout (4) neutralizzò il chimo tratto dallo stomaco di un coniglio, aggiungendovi della bile; del resto, il chimo del duodeno del bue gli presentò piccolissime tracce di acidità, mentre quello dei cani, dei conigli e delle tinche, non ne presentava veruna; il chimo del bue e quello dei cani nutriti con pane coagulava il latte, ciocchè non accadeva nei cani nutriti di carne, come neppure nei conigli e nelle tinche. La materia caseosa che era stata precipitata dal latte nello stomaco, ripassa allo stato liquido nell'intestino tenue. Secondo Werner, l'albumina che era stata fluidificata nello stomaco trovasi di nuovo coagulata dall'acido dell'intestino. Tiedemann e Gmelin dicono che la gelatina presa a titolo di alimento viene decomposta,

(1) *Giunta di Dieffenbach.*

(2) *Haller, loc. cit., t. VII, p. 53.*

(3) *Compendio elementare, t. II, p. 163.*

(4) *Schweigger, Giornale, t. XXVIII, p. 227.*

che l'amido si converte in zucchero; e che gli ossi sono spogliati della loro sostanza animale.

4.° Gli stessi osservatori trovarono albumina nel chimo o nell'intestino tenue, anche in animali erbivori; lasciano indeciso il quesito di sapere se questa sostanza proveniva dal succo intestinale e dal succo pancreatico, o se dessa formossi per l'azione della materia analoga al cacio sopra alimenti mancanti di azoto (1). Riflettono, d'altronde, che essa scema nella parte inferiore dell'intestino tenue, alla estremità del quale non se ne riscontra eziandio più (2). Emmert, all'opposto, non ne trovò nella parte superiore dell'intestino dei cavalli, mentre che la parte inferiore ne conteneva, che non si coagulava mica, a dir vero, per l'azione del calore, ma che bollita colla potassa, dava un lieve odore epatico quando aggiungevasi un acido al liquore (3). Precipitò Trevirano mediante l'alcool, dal chimo di una gallina nudrita con orzo, dell'albumina cui egli deriva dalla bile (4). Faceva bollire Prout il chimo con acido acetico, ed aggiungeva cianuro di potassio al liquido filtrato; in un cane, nudrito di vegetali, questo reattivo rimase senza effetto; ma in un altro che aveva mangiato carne, precipitossi albumina, formante 0,013 del chimo. Nei conigli che avevano mangiato crusca ed avena, il principio dell'intestino tenue conteneva pochissima albumina; eravene di più a sei pollici dal piloro; appena se ne distinguevano ancora tracce a due piedi da quest'apertura, nè se ne rinveniva più nella parte inferiore dell'intestino tenue. Ma quando aprivasi l'animale molto tempo dopo che esso aveva mangiato, l'albumina era abbondante nel duodeno ed in tutto l'intestino tenue, alla estremità del quale eravene tuttavia pochissimo. Medesimamente, un piccione ne presentò una piccolissima quantità in vicinanza del piloro; aumentava dessa fin alla distanza di sei pollici, partendo dalla quale andava diminuendo fin all'altra di 12 pollici. In una tinca il principio dell'intestino non ne conteneva, e non se ne riscontrava che assai lontano dalla sua origine.

5.° Prout credette riconoscere altresì tracce di fibrina cominciante; il chimo del duodeno diveniva più viscoso e più sodo all'aria, ma ripigliava la sua primitiva fluidezza dopo una in due ore.

6.° Tiedemann e Gmelin trovarono inoltre certa materia analoga

(1) *Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 165.

(2) *Ivi*, t. I, p. 387, 388.

(3) *Reil, Archiv*, t. VIII, p. 176.

(4) *Biologia*, t. IV, p. 474.

alla caseosa, dell'osmazomo e della ptialina, sostanze le quali potrebbero benissimo provenire dalla saliva e dalle altre secrezioni mescolate al chimo.

7.° Una porzione della bile mescolata col chimo neutralizzò l'acido di quest'ultimo, come dimostrò specialmente Prout; combinandosi con esso, perdette della sua solubilità nell'acqua e si avvicinò maggiormente alla natura di una resina.

8.° (Sei ore dopo che un coniglio mangiò patate, gli si levò il chimo dallo stomaco, lo si allungò con acqua, aggiungendo alcali fino a saturazione perfetta dell'acido e feltrossi. Il liquore che attraversò il filtro era alquanto torbido. Se ne fece scaldare fortemente una parte, e si versò acido solforico nell'altra. In ambedue si produsse un lieve coagulo nuotante, di colore giallo chiaro, che fu riguardato come albumina. La stessa esperienza fu ripetuta a molte riprese sopra cani nutriti col pane; ma nè il calore, nè il deutocloruro di mercurio, nè l'acido, non posero albumina in evidenza nel chimo dello stomaco. Questa sostanza era, all'opposto, facile a riconoscersi, nel chimo dell'intestino tenue, tanto nei cani che nei conigli. Quando allungavasi con acqua il chimo, dello stomaco o dell'intestino tenue, di un cane o di un coniglio, e lo si esponeva poscia a moderato calore, ottenevasi, dopo la compiuta evaporazione, un residuo secco, brunoastro, che scioglievasi in poca quantità nell'alcool ed in maggior copia nell'acqua. La tintura di noce di galla, aggiunta alla dissoluzione, tanto alcoolica che acquosa, faceva nascere fiocchi bianchi; erasi adunque formato osmazomo e ptialina. Dopo la evaporazione del liquore, la quantità di queste ultime sostanze sembrava sempre più considerabile, in proporzione, nel chimo dell'intestino tenue che in quello dello stomaco; tuttavia non eravi mezzo di determinare la proporzione, attesochè era impossibile sapere quanto il contenuto dello stomaco racchiudeva di vero chimo e quanto di semplici residui di alimenti (1).).

9.° Esporremo più innanzi (§. 950) i motivi che fanno credere formarsi grasso negli organi digerenti.

2. TERZO PERIODO.

§. 946. Il terzo periodo della digestione compiesi nell'intestino crasso.

1.° Quest'organo cede il passo all'intestino tenue per riguardo all'azione digerente. È desso meno ricco di vasi, non ha compiute villosità, non arrossa quando il chimo giunge nel suo interno, nè entra in

(1) Giunta di Ernesto Burdach.

contatto così intimo con esso, atteso che la sua ampiezza e brevità non permettono che l'abbracci tanto direttamente, nè che desso gli presenti tanta superficie. I suoi movimenti hanno meno per iscopo di ajutare la elaborazione degli alimenti, che di dirigere poco a poco le materie verso l'ano, ove esse si accumulano. Oltre che le sue fibre circolari sono più deboli, le sue fibre longitudinali, riunite in listerelle, lo raccorciano, e producono così alcune cellette, nelle quali il chimo può accumularsi. Pari cosa accade nelle sue inflessioni ad angolo retto, specialmente nella sua curvatura sinistra, mentre che la sua espansione in forma di sacco, il cieco, trattiene necessariamente il chimo. Per ultimo è desso in gran parte fissato alla parete addominale e poco mobile, giacchè la lamina esterna del mesocolon ascendente e del mesocolon trasverso risulta brevissima.

2.° Tuttavia assorbe esso vivissimamente. Non solo le sostanze narcotiche somministrate per questa via cagionano lo stupore, ed altre, principalmente le resine, si ritrovano nella orina, ma inoltre certi clisteri ordinarii sono di frequente assorbiti per intiero, e le persone colte da diarrea giungono talvolta a farla cessare rattenendosi per qualche tempo; le materie che esse poscia evacuano hanno certa consistenza. I clisteri nutritivi sostengono altresì la vita per alcune settimane o mesi, e giusta le osservazioni di Hood, può eziandio effettuarsi nel retto una trasformazione degli alimenti analoga alla digestione stomacale (§. 655, 1.°). Finalmente trovasi nei vasi linfatici del crasso intestino, del chilo che non sembra differire da quello dell'intestino tenue (1). (Mi parve che il nutrimento liquido iniettato per l'ano ateficiale, era digerito, mentre che quello cui introducevasi pel retto, eccettuato forse il brodo, non lo fosse od assai poco. Il latte non usciva spesso che dopo tre o quattro giorni, in grossi grumi, accompagnante le masse ordinarie di muco denso e viscoso (2)).

3.° Quando il crasso intestino ricevette chimo, un acido libero comparisce nella sua secrezione, come in quella dello stomaco e dell'intestino tenue. Vide Mayer (3) nei giovani cani e gatti, l'acido, che era scomparso nella parte più inferiore dell'intestino tenue, ricomparire dopo il cieco fin all'ano, con tanta intensità quanta ne aveva nello stomaco, e Fohmann ottenne un liquido dotato di reazioni acide comprimendo i follicoli numerosi che fornivano il principio del crasso intestino degli animali carnivori (4). Siffatta reazione è visibilissima specialmente nel cieco, ove

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. VII, p. 177.

(2) Giunta di Dieffenbach.

(3) Froriep, *Notizen*, t. XXVI, p. 228.

(4) *Anatomische Untersuchung*, p. 52.

Viridet l'aveva già riscontrata nei conigli, il cui intestino tenue non ne presentava veruna traccia. Tiedemann e Gmelin confermarono il fatto mediante osservazioni sopra diversi animali, sicchè essi considerano il cieco come un analogo dello stomaco, principalmente negli erbivori, opinione per la quale parteggia anche Trevirano (1). Trovò Schultz il succo dal cieco neutro, od eziandio alcalino, nei conigli, nelle pecore e nei buoi a digiuno, ma acido alcune ore dopo la ingestione degli alimenti (2). Fece anche Eberle analoghe osservazioni (3). La perdita dell'appendice cecale non apporta veruna funesta conseguenza per la vita; riguardossi questa parte come un organo embrionario (4), ma non è altro che un follicolo allungatissimo, il quale separa succo intestinale acido e lo versa nel cieco (5).

4.° È il cieco più sviluppato negli animali che vivono di nutrimento vegetabile o misto, di quello che nei carnivori. Siffatta particolarità annuncia che esso ha per principale uso di digerire le sostanze che non sono assimilabili altro che dopo essere passati per molti gradi successivi di digestione, come pur quelle che sono mescolate con molte parti non suscettibili di assimilazione, in generale di estrarre i materiali digeribili che possono esistere ancora nel chimo e contribuire così alla formazione del chilo. Quando trattasi di sostanze che resistono alla digestione, si stabilisce nel cieco un'abbondantissima secrezione. Trovò Home nello stomaco di asini ai quali avevasi somministrato un'oncia di rabarbaro, dopo averli per due giorni privati di alimenti e di acqua, certa massa gelatiniforme, mescolata a rabarbaro; l'intestino tenue era vuoto, mentre che il cieco ed il retto contenevano molti boccali di liquido, con rabarbaro. La digestione si compie qui egualmente mediate un acido libero; giacchè, secondo Schultz (6), questo è tanto più grandemente sviluppato nel cieco, quanto maggiormente il cibo non peranco digerito contiene sostanze atte ad essere disciolte; era desso abbondantissimo in ratti che avevano mangiato grasso, il cui intestino tenue aveva poco avanzata la digestione; più nei conigli nutriti con avena e nei buoi cibati di farina, che in quelli fra questi animali che eransi pasciuti di erba; e mentre risulta desso generalmente debole nei carnivori, era grande in un cane che aveva mangiato molte patate. Secondo la teoria di Eberle, quest'acido si combina in parte col carbonato alcalino

(1) *Biologia*, t. IV, p. 476.

(2) *De alimentorum concoctione*, p. 37.

(3) *Loc. cit.*, p. 348.

(4) *Haller, Elem. physiolog.*, t. VII, p. 119.

(5) *Ivi*, p. 54, 121.

(6) *Loc. cit.*, p. 41.

proveniente dall'intestino tenue, e svolge gas acido carbonico; un'altra porzione discioglie le sostanze peranco solubili, che mescolansi coll'albmina del succo cecale e sono assorbite.

5.° Dobbiamo ammettere che la bile dispieghi qui la sua azione. Una parte di questo liquido neutralizzò l'acido del chimo, nell'intestino tenue, e così si decompose; il resto, non peranco decomposto, si mescolò col chimo, e può, dopo che dell'acido ricomparve nel cieco, agire di nuovo sopra il chimo acido. Riconosciamo adunque con Schultz (1) che avvengono nel cieco la riapparizione di acido ed una nuova neutralizzazione mediante la bile, e che questa doppia operazione continua, sebbene in minor grado, nel resto del crasso intestino. Ma Schultz emise alcune ipotesi che la esperienza non giustifica, quando assegna epoche differenti a questi due atti, quando ammette che la valvola ileo-colica è destinata ad impedire alla bile di penetrare nel cieco prima del momento in cui il chimo vi si trova compiutamente acidificato (2), che la trasformazione operata in siffatto intestino è il secondo periodo della digestione e fa antagonismo a quest'ultima, che in conseguenza questa la altera, per ciò che se nuovi alimenti penetrano nella parte superiore del tubo intestinale, la bile viene impiegata a saturare il chimo di nuova formazione, ed in conseguenza impedita di fluire nel cieco (3); finalmente che, giusta, tutto questo, non devesi mangiare prima del termine della digestione cecale, che quest'ultima appartiene alla notte come la digestione stomacale al giorno, e che gli alimenti presi durante la sera passano senza essere digeriti (4). Infatti niuna osservazione autorizza ad ammettere che nello stato normale, bile scevra da ogni miscuglio attraversi la intera lunghezza dell'intestino tenue vuoto, che sia rattenuta dalla valvola ileo-cecale e che questa valvola si rilassi in seguito per lasciarla passare. Dobbiamo piuttosto patteggiare per la opinione di Eberle, il quale considera il cambiamento che il chimo comporta nel crasso intestino come il terzo atto della digestione, o quale ripetizione della digestione dell'intestino tenue, colla differenza che qui il lavoro si compie non più sopra chimo acido, ma sopra chimo già neutralizzato dalla bile, e che abbisogna essere nuovamente acidificato.

6.° Il chimo acquista sempre più, nel crasso intestino, i caratteri delle materie escrementizie, la cui formazione aveva già principiato verso

(1) *Loc. cit.*, p. 88.

(2) *Ivi*, p. 89.

(3) *Ivi*, p. 18.

(4) *Ivi*, p. 88-92.

la parte inferiore dell' intestino tenue; esso diviene più bruno, più denso, e prende odore ributtevole. Secondo Prout, una parte della materia biliare che vi si trova mescolata è convertita in resina perfetta. L' albumina, che disparve alla estremità inferiore dell' intestino tenue, ricomparisce nel cieco, per asserzione di Tiedemann e Gmelin (1). Eberle pretende che qui si sviluppi dell' ammoniaca, e che vi si riscontri, in conseguenza, molti sali i quali devono impedire alla decomposizione ed alla putrefazione di andare troppo oltre.

B. *Prodotti della digestione.*

§. 947. I prodotti della digestione si dividono in quelli che sono espulsi dall' intestino; e negli altri ammessi nel sistema vascolare.

I. PRODOTTI DA ELIMINARE.

Questa categoria comprende i gas e gli escrementi. I gas, che si sviluppano nella parte superiore del tubo intestinale, la bile viene espulsa e saturata il chimo di formazione, ed in conseguenza

a. *Gas.* Il chimo che si sviluppa nel cieco (3) è l'elemento che, giunto, tutto questo, non

1.° Abbiamo già riportato (§. 817, 3.°) i fatti comprovanti che alcuni gas possono essere separati negli organi digerenti, e che puossi eziandio svilupparsene dagli alimenti. Quest' ultimo modo di formazione non può mancare di effettuarsi se le sostanze alimentari comportano certa decomposizione in conseguenza dell' azione che i succhi digerenti esercitano sopra di esse. Magendie vide aria svolgersi dal chimo contenuto nel duodeno, sotto l'orificio del canale coledoco (2). Prout (3) trovò nel principio di quest' intestino, molti gas imprigionati nel chimo, e che gli sembravano essere stati prodotti da certa effervescenza avvenuta di mezzo alla massa alimentare quando essa giunse nell' organo. Pensa egli che siffatto svolgimento di gas dipenda dal miscuglio con la bile ed il succo pancreatico (4). Vedonsi eziandio alcune bolle di aria svilupparsi in ciò che dicesi digestioni artificiali. L' aria posta in libertà negli organi digerenti può favorire la progressione del chimo, tanto in una maniera meccanica quanto per la

(1) *Esperim. sulla digestione t. I, p. 403.*

(2) *Compendio elementare, t. II, p. 106.*

(3) *Schweigger, Giornale, t. XXVIII, p. 207, 209.*

(4) *Ivi, p. 227.*

eccitazione che essa determina sui muscoli intestinali. Ma sembra combinarsi di nuovo nello stato normale, attesochè comparisce in troppo gran quantità allorquando la digestione non progredisce con bastevole energia, tanto perchè l'organo risulta debole e rilassato, come pel motivo che gli alimenti introdotti erano o troppo abbondanti, o troppo debilitanti, o difficili a digerirsi.

2.° Esaminò Chevillot (1) i gas degli organi digerenti in persone morte da malattie. Vi trovò costantemente azoto, la cui quantità era specialmente considerabile nei vecchi, od in seguito a malattie croniche, ed ascendeva talvolta a 0,99. Fra gli altri gas costanti, l'acido carbonico era il più abbondante; la sua proporzione ascendeva talvolta a 0,92; lo s'incontrava di preferenza nei giovani, come pure dopo le febbri acute e le malattie di petto. Il gas idrogeno non si presentò sempre; gli individui giovani e robusti erano quelli che più ne presentavano. Il gas ossigeno mancò pur talvolta. I più rari di tutti erano l'idrogeno carbonato e l'idrogeno solforato.

3.° In quanto a ciò che concerne le diverse porzioni dell'apparato digerente, Chevreul ne fece l'argomento di ricerche sopra i cadaveri di uomini poco inoltrati nella età che perirono sotto la spada della giustizia (2).

Nel primo, che aveva preso pane, formaggio, acqua e vino, una o due ore prima del supplizio, si trovò:

	NELLO	NELL' INTESTINO	NELL' INTESTINO
	STOMACO.	TENUE.	CRASSO.
Azoto	7145	2008	5103
Acido carbonico	1400	2439	4350
Ossigeno	1100	0	0
Idrogeno	355	5553	0
Idrogeno carbonato	0	0	547

Nel secondo dopo un pasto di egual natura;

	NELLO STOMACO.	NELL' INTESTINO CRASSO.
Azoto	885	1840
Acido carbonico	4000	7000
Ossigeno	0	0
Idrogeno	5115	0
Idrogeno carbonato	0	1160

(1) *Archivii generali*, 2a serie, t. V, p. 286.

(2) *Nuovo Bollettino della so. filom.*, 1816, p. 129. — *P. Baumès*, *Trattato delle malattie ventose*. Parigi, 1837, in 8.° p. 17.

Nel terzo, che aveva preso, prima della sua morte, bue, lenti, pane e vino:

	NELL' INTESTINO	NEL CIECO.	NEL RETTO.
	TENUE.		
Azoto	6600	6750	4596
Acido carbonico	2500	1250	4286
Ossigeno	0	0	0
Idrogeno	840	750	0
Idrogeno carbonato	0	1250	1118

Trovò Chevallot l'ossigeno più di frequente nello stomaco e più di raro nell'intestino tenue; l'idrogeno non era più abbondante nel crasso intestino di quello che nell'intestino tenue, mentre che prima Moscati aveva incontrato molto idrogeno nel crasso intestino, e più di una volta dell'acido carbonico quasi puro nel duodeno. In un cane nudrito di carne, i gas intestinali si componevano come segue, secondo Leuret e Lassaigne (1):

	INTESTINO TENUE.	INTESTINO CRASSO.
Azoto	60	45
Acido carbonico	30	15
Idrogeno carbonato	10	40

Secondo Tiedemann e Gmelin si sviluppa, nel rumine delle pecore, molto gas idrogeno solforato (2), proveniente forse dalla decomposizione del glutine o dell'albumina che esiste negli erbaggi.

b. Escrementi.

§. 948. Ovunque dove sonvi organi di digestione, rimangono dei residui di alimenti, i quali vengono espulsi dal corpo, sotto forma di escrementi, insieme colle materie separate dall'apparato.

1.^o Le egestioni giornaliere dell'uomo adulto ascendono a circa cinque oncie, e fanno 0,05 in 0,10 degli alimenti solidi e liquidi da esso presi (§. 840, I), sicchè passano nel sangue 0,90 in 0,95 di questi ultimi, onde riparare le perdite che avvengono per la secrezione urinaria e la

(1) *Ricerche sulla digestione*, p. 151.

(2) *Esp. sulla digestione*, t. I, p. 349.

traspirazione, rimanendo pur lo stesso il peso del corpo. La proporzione degli escrementi agli alimenti ed alle bevande, calcolata in oncie, è, secondo

Gorter di	8 : 91 = 1 : 11
Hartmann	6 in 7 : 80 = 1 : 11 in 13
Robinson	5 1/2 : 86 = 1 : 15 nella giovinezza
—	3 1/2 : 58 = 1 : 16 nella età avanzata
Home	3 1/2 : 67 = 1 : 18 (1)
Dalton (2)	5 : 91 = 1 : 18 nell'inverno
—	4 1/3 : 90 = 1 : 20 nell'estate.

La proporzione agli alimenti è di circa 1 : 7, ovvero, 1 : 8, sicchè passano nel sangue 0,85 a 0,87 di questi ultimi. Allorquando la digestione è energica e l'assorbimento gagliardo, del pari che quando usansi alimenti e bevande in poca copia, ma molto nutrienti, le egestioni alvine sono proporzionalmente minori. Quindi esse non risultano nè tanto copiose nè così frequenti nei carnivori come negli erbivori. Un cavallo sul quale Boussingault fece varie osservazioni (3), evacuava ogni giorno 14250 grammi di escrementi, mentre consumava 25970 grammi di alimenti (7500 di frumento, 2270 di avena e 16000 di acqua); la proporzione era adunque di 1 : 1,80. Deducendo l'acqua, 3525 grammi di sostanza solida venivano espulsi dall'intestino e 8392 ammessi come nutrimento, locchè stabilisce una proporzione di 1 : 2,38. Un bue all'ingrasso aumenta ogni giorno di due libbre, secondo Thaer (4), consumando 40 libbre di foraggio; sicchè 0,05 del nutrimento solido si trasforma in una nuova sostanza animale, deducendo la sostituzione dei materiali perduti mediante la orina e la traspirazione. Nei vegetali, la proporzione dell'esalamento all'assorbimento è di 1 : 1,01 — 1,02, secondo Woodward; Senebier la dice ordinariamente di 1 : 1,50, talvolta di 1 : 4,00, e durante i giorni caldi, di 1 : 1,15.

2.° Gli escrementi hanno caratteri fisici particolari in ogni specie di animale, qualunque sia il nutrimento. Per tal guisa, nelle bestie a corni, essi sono in pappia e di color verde bruno; nei cavalli, solidi, agglomerati e giallo-bruni; nelle pecore, secchi, ruotolati in pallottine e bruno-neri. È pur evidente che queste materie non si formano mica dagli alimenti per effetto del solo soggiorno di questi ultimi nel tubo intestinale, ma per quello della decomposizione cui soffrono sotto la influenza dei succhi digerenti; giacchè, aprendo un animale soggetto al sonno invernale, non si

(1) *Haller, Element. physiolog., t. V, p. 62.*

(2) *Biblioteca universale, t. LIV, p. 272.*

(3) *Resoconto ebdomadiario delle sedute dell'Istituto, t. VII, p. 1157.*

(4) *Grundsätze der rationellen Landwirthschaft, t. IV, p. 369.*

trovano convertiti in escrementi le sostanze alimentari cui esso aveva introdotto nel suo stomaco alcuni mesi prima, mentre che il chimo che soggiorna nell' intestino tenue, e che vi comporta l'azione continua della digestione, piglia affatto l'apparenza degli escrementi (1). Questi non sono neppure allo stato di putrefazione reale, ma se ne avvicinano più o meno, massime dopo la ingestione di troppo copioso nutrimento, ed in principalità quando siffatto nutrimento era di natura animale.

3.° Cita Haller alcuni casi nei quali gli escrementi si mostrarono acidi (2), e Vauquelin pretende che essi nell'uomo lo siano sempre. John ed Emmert, all' opposto, gli osservarono alcali; furono dessi rinvenuti neutri nelle vacche da Thær ed Einhof; nelle pecore da Leuret e Lassaigne. Lo sono ordinariamente nell'uomo, giusta Schultz (3), sebbene succeda loro talvolta di essere acidi, e siano alcali quando contengono molta bile.

4.° Gli escrementi racchiudono i rimasugli non decomposti degli alimenti (866, 5.°), in particolare le proporzioni epidermiche, ed in generale tutto ciò che oppone alla digestione un' assoluta resistenza. Così nella volucella, specie di scoiattolo (*sciurus volucella*) che vive di germogli e teneri getti di betulla e di abete, sono essi talmente ricchi di resina, che ardono con fiamma (4). Secondo Van Manen, gli escrementi di patate contengono fibra vegetabile, gomma, acido acetico, solfati di potassa e di calce, fosfati calcari, allume e ferro. Gli escrementi delle bestie a corni e dei cavalli che nutronsi di piante salate adopransi con vantaggio alla fabbricazione del sale ammoniaco.

5.° Molte parti costituenti degli alimenti, e specialmente delle sostanze organiche, disparvero. Per tal guisa, l'amido, la resina e l'estrattivo mancavano nei cani cui Van Manen aveva nutrito con patate; non eravi nè fibrina, nè albumina, nè osmazomo in quelli dei russignoli cui Braconnot aveva allevati con cuore di bue (5).

6.° Certi principii costituenti degli alimenti sembrano essere stati trasformati, ed essere entrati in altre combinazioni. Lo zolfo dell' albumina e della fibrina del cuore di bue erano convertiti in solfato di potassa, e l'acido lattico del lattato di potassa era stato posto in libertà.

7.° I liquidi separati entrano per gran parte nella composizione

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. VII, p. 51, 221.

(2) *Elem. physiol.*, t. VII, 54.

(3) *De alimentorum concoctione*, p. 22.

(4) Trevirano, *Biologia*, t. IV, p. 480.

(5) *Annali di chimica*, t. XVII, p. 380.

degli escrementi. Da ciò proviene che i bestiami magri ed esausti, nei quali le secrezioni sono meno cariche, danno un letame meno attivo e meno animalizzato (1). Alla bile specialmente gli escrementi vanno debitori del proprio carattere. Un miscuglio masticato di arrosto e di albumina, tenuto in digestione nella bile per 12 ore, acquistò l'odore di escrementi freschi, secondo Berzelio. Questi ultimi contengono bile non decomposta, albumina e muco.

8.° I liquidi separati sono, come gli alimenti, in parte decomposti. Alcuni precipitati provengono da queste due specie di liquidi. Gli escrementi sono talvolta duri dopo l'uso esclusivo del latte (2), o del brodo e delle uova sorbite al guscio (3), come pure dopo lunga astinenza. Bastano succhi intestinali e bile per produrre escrementi negli intestini crassi (4), come accade nell'embrione. Alcuni malati nei quali tutto il chimo esciva per un ano artificiale, evacuavano ogni cinque in sei mesi per l'ano naturale, il muco accumulato nell'intestino crasso, sotto forma di turacciolo grigiastro, denso e durissimo (5). Una parte della bile è convertita in resina biliare, la quale, secondo Berzelio rassomigliasi, sotto l'aspetto delle sue proprietà essenziali, a quella che gli acidi precipitano da questo liquido. Si rinvencono, inoltre, certe sostanze speciali, le quali furono prodotte dalla reazione chimica dei succhi digerenti gli uni sugli altri e sopra gli alimenti, ma di cui ignorasi il modo di formazione.

9.° Berzelio (6) trovò negli escrementi umani evacuati dopo aver mangiato gran quantità di pane grossolano con alimenti di natura animale sopra mille parti

acqua	753								
materie solubili nell' acqua	<table> <tr> <td>bile</td><td>9</td></tr> <tr> <td>albumina</td><td>9</td></tr> <tr> <td>materia estrattiva particolare</td><td>27</td></tr> <tr> <td>sali</td><td>12</td></tr> </table>	bile	9	albumina	9	materia estrattiva particolare	27	sali	12
bile	9								
albumina	9								
materia estrattiva particolare	27								
sali	12								
residuo insolubile degli alimenti digeriti.	70								
materie insolubili che si aggiungono nel tubo intestinale, cioè	<table> <tr> <td>muco, resina biliare,</td><td rowspan="3">} 140</td></tr> <tr> <td>grasso e materia ani-</td></tr> <tr> <td>male particolare</td></tr> </table>	muco, resina biliare,	} 140	grasso e materia ani-	male particolare				
muco, resina biliare,	} 140								
grasso e materia ani-									
male particolare									
	1,000								

(1) *Thaer, loc. cit., t. I, p. 273.*

(2) *Haller, Elem. physiol., t. VII, p. 181.*

(3) *Foderè, Saggio di fisiol. positiva, t. III, p. 100.*

(4) *Magendie, Compendio elementare, t. II, p. 17.*

(5) *Lallemand, Osservazioni patologiche, p. 85.*

(6) *Trattato di chimica, t. VII, p. 273. — Raspail, Nuovo sistema di chimica organica, Parigi, 1838, t. III, p. 283.*

L'analisi della bovina, o sterco di vacca, diede:

	EINHOF.	MORIN.	PENOT.	ZIERL.
Acqua	6190	7000	6358	7500
Fibra vegetabile	1560	2408	2693	1410
Clorofilla	940		28	
Amido verde, con albumina e muco				830
Materia biliare e sali	240			
Bile indecomposta		160		
Materia amara			74	
Resina biliare, con picromele			93	
Materia biliare, con albumina		160		
Resina biliare e grasso biliare		152		
Picromele, con sali				111
Materia biliare, con estrattivo				109
Albumina		40	63	
Sali, terre, metallo			145	
Sabbia.	110			

Trasse Zierl dagli escrementi

	DEI CAVALLI.	DELLE PECORE.
Acqua	690	670
Residui di alimenti	202	140
Amido verde	63	128
Picromele, con sali	20	34
Materia biliare, con estrattivo	17	19
Perdita	8	9

2. PRODOTTI DA INCORPORARE.

a. *Natura del chilo.*

949. Il prodotto della digestione che deve entrare nella composizione del corpo, non può essere riconosciuto esattamente negli animali senza vertebre, atteso la mancanza dei vasi linfatici. Tuttavia Schweigger (1) osservò nella cavità digerente dei polipi e nei canali pei quali i diversi individui di un polipaio sono uniti gli uni agli altri, certo liquido lattiginoso, il quale poteva essere considerato come tale. Vide, nelle sertularie, una materia granellata di sostanza simile a quella dello stesso animale, ascendere e discendere nei canali. Negli insetti, questo prodotto non passa nel

(1) *Handbuch der Naturgeschichte*, p. 352.

sangue, od almeno non vi si reca punto immediatamente; ma si trova sotto la forma di liquido viscoso, alquanto denso, biancastro, verdognolo, o brunastro, in parte fra le tonache dell'organo digerente, in parte nel tessuto che involge quest'apparato, vale dire nel corpo adiposo, di maniera che non si può riconoscere in esso chilo. È, secondo Ramdohr (1) e Rengger (2), una sostanza albuminosa insipida, neutra, miscibile all'acqua, coagulabile mediante il calore, l'alcool e gli acidi, in cui il microscopio non fa scorgere globetti. Negli animali vertebrati, il chilo è contenuto nei vasi linfatici dell'organo digerente.

1.° Nei mammiferi, lo si vede comparire nei vasi, due in sei ore circa dopo la ingestione del nutrimento (3). Tuttavia non ve lo si rinviene spesso durante le quattro prime ore (4).

2.° Haller valuta dalle quattro alle otto oncie (5) la quantità del chilo che formasi giornalmente nell'uomo, ed egli fonda questa estimazione sopra quella del liquido che fluisce dopo le ferite del canale toracico. Giusta quanto abbiamo detto precedentemente (§. 948, 1.°) è dessa ad evidenza troppo debole. Avendo aperto Magendie (6) il canale toracico sopra cani di statura ordinaria che avevano dapprima mangiato, vide colare mezz' oncia di liquido in cinque minuti, locchè fa sei oncie per ora, e siccome il fenomeno dura molte ore, poteva agevolmente passare più di una libbra di chilo nel sangue. Lieberkuhn (7) valutava il numero delle villosità intestinali dell'uomo a mezzo milione, e la cavità del vaso linfatico contenuto in ognuna di esse ad $\frac{1}{50}$ di linea cubica; avendo veduto, sopra animali viventi, l'intestino contrarsi e spingere il chilo due volte per minuto (§. 907, 3.°), calcolava, colla scorta di tutto questo, che più di 18 libbre di chilo potrebbero passare, nello spazio di un'ora, attraverso i vasi linfatici.

3.° Il chilo ha odore spermatico, ed invertisce i colori azzurri vegetabili. È bianco latteo ed opaco; talvolta bianco-giallastro o grigiastro, semplicemente simile al siero di latte ed alquanto torbido. Negli uccelli, nei rettili e nei pesci, è in generale trasparente e privo di colore. Lo trovò

(1) *Abhandlung ueber die Verdauungswerkzeuge der Insekten*, p. 61.

(2) *Physiologische Untersuchungen ueber die thierische Haushaltung der Insekten*, p. 14.

(3) Haller, *Elem. physiol.*, t. VII, p. 63. — Leuret e Lassaigue, *loc. cit.*, p. 158.

(4) Magendie, *Compendio element.*, t. II, p. 106.

(5) *Loc. cit.*, t. VII p. 233.

(6) *Compendio element.*, t. II, p. 164.

(7) *Diss. de fabrica et actione villorum intestinalium tenuium hominis*, p. 20, 27.

Marcet (1) quasi sempre trasparente ed all'incirca privo di colore nei cani ai quali avevansi dati alimenti di natura vegetabile, mentre in quelli che avevano mangiato sostanze animali, era latteo, ed abbandonava una specie di crema. Lo trovò egualmente Prout più bianco e più opaco in seguito al nutrimento animale che dopo il nutrimento vegetabile. Ma quando Macario e Marcet dicono (2) che esso è più chiaro e più trasparente negli animali erbivori, più denso e più lattiginoso nei carnivori, non devono prendere queste asserzioni alla lettera, giacchè il chilo ha pure una tinta lattea nelle bestie a corni (3), nei cavalli, nei conigli e simili. Secondo Magendie (4), esso sarebbe lattiginoso sol quando gli alimenti contengono grasso. Ma se il grasso entra per qualche cosa in questo fenomeno, sembra desso influire principalmente sopra l'alibilità del nutrimento e la perfezione della digestione. Tiedemann e Gmelin (5) trovarono il chilo quasi intieramente chiaro nelle pecore che avevano mangiato paglia, e bianco in quelle alle quali avevasi dato avena; lattescente nei cavalli nudriti di avena (6); limpido o leggermente lattiginoso nei cani che mangiarono bianco d'uovo liquido, fibrina, colla, formaggio, amido, glutine, e bianco in quelli cui avevansi nudriti con albumina coagulata, amido, latte, ossi, carne. Dopo l'uso della gomma o dello zucchero, il chilo era chiaro, trasparente, opalino, secondo Magendie (7), del pari che secondo Leuret e Lassaigne. Del resto, è desso leggermente viscoso al tatto ed alquanto più pesante dell'acqua. Quando è perfettamente sviluppato, ha odore analogo a quello dello sperma; il suo sapore risulta debolmente salato, alquanto dolciastro; inverte leggermente i colori azzurri vegetabili, o si comporta come una sostanza neutra.

4.° Il chilo si compone di un liquido limpido e di granelli bianchi, globulosi, la cui forma non è tuttavia affatto regolare, giacchè Gurlt (8) li dice ineguali, quasi frastagliati sui margini; Schultz (9), Wagner (10) e Valentin (11) li rappresentano come aventi una superficie granellata, e

(1) *Annali di chimica*, t. II, p. 53.

(2) *Ivi*, t. LI, p. 375.

(3) *Krimer, Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 122.

(4) *Loc. cit.*, p. 156.

(5) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 308, 318.

(6) *Ivi*, t. I, p. 276.

(7) *Loc. cit.*, p. 391.

(8) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 136.

(9) *Das System der Circulation*, p. 39.

(10) *Zur vergleichenden Physiologie des Blutes*, t. II, p. 25.

(11) *Repertorio*, t. II, p. 72.

Valentin (1) assegna loro un nocciolo interno, la cui esistenza è negata da Bischoff (2). Il loro volume è nell' uomo di 0,0040 di linea secondo Wagner (3), 0,0024 secondo Valentin (4); nei mammiferi, di 0,0005 a 0,0008 secondo Schultz, e di 0,0040 giusta Wagner; nei cavalli, di 0,0036 per opinione di Gurlt (5); nelle pecore di 0,0015 attenendoci a Prevost e Le Royer (6). Pretesero Prevost e Dumas (7) che questi globetti sono della stessa grossezza di quelli del latte, del pus e delle fibre muscolari; Ma Home e Mayo (8) trovarono che essi differivano molto tra loro sotto quest' aspetto; per tal guisa la loro grossezza varia, nell' uomo, da 0,0009 fin a 0,015 di linea secondo Krause (9). Bischoff dice che nel cane essi sono per la maggior parte tanti grossi quanto i globetti del sangue.

5.° Scopresi, inoltre, per solito, alcune gocce di grasso, trasparenti e perfettamente sferiche, il cui volume varia nell' uomo, secondo Krause, e va fin a 0,0055 di linea. Bischoff le dice più piccole e più numerose delle granellature chilose propriamente dette, nel cane. Secondo Wagner, all'opposto, esse sono più rare, e spesso eziandio non se ne scorge veruna traccia (10).

6.° Il chilo uscito dai vasi non tarda ad inspissarsi; poco a poco, esso dividesi in parte solida, il grumo, ed in parte liquida, il siero. Dice Brande che esso diviene una massa solida in capo a dieci minuti, e che la separazione si effettua nel corso di 24 ore. Krimer (11) lo vide, in cavallo nudrito di avena, divenire simile alla gelatina in 12 minuti; dopo un' ora, era desso separato in grumo ed in siero; in un bue, era in gelatina dopo nove minuti, e separato in capo a 52. Dice altresì Krimer che la coagulazione accade fin nel canale toracico legato sull' animale vivente, che essa vi si opera soltanto con maggior lentezza, massime quando il canale rimane in comunicazione col corpo. È dessa più rapida nel gas ossigeno e più lenta nel gas idrogeno solforato. La natura degli alimenti

(1) Ivi, p. 9.

(2) Muller, *Archiv*, 1838, p. 497.

(3) *Loc. cit.*, p. 31.

(4) *Repertorio*, t. I, p. 278.

(5) *Loc. cit.*, p. 138.

(6) *Biblioteca universale*, t. XXVII, p. 233.

(7) Ivi, t. XVII, p. 300.

(8) Mayo, *Outlines of human physiology*, p. 160.

(9) *Handbuch der menschlichen Anatomie*, t. I, p. 499.

(10) *Loc. cit.*, p. 26.

(11) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 121.

influisce sopra di essa; fu più debole in una pecora nudrita di paglia (1); in un puledro neonato, il quale non aveva nello stomaco che liquore amniotico, essa si ridusse alla semplice formazione di fiocchi bianchi (2); in un giustiziato, non era per anco compiuta nel domani (3). D'altronde, le granellature del chilo si trovano nel grumo e nel siero, mentre le gocce di grasso si mescolano principalmente a quest' ultimo (4). Giusta le osservazioni di Tiedemann e Gmelin (5), la proporzione del grumo al siero variava tra 1 : 20 e 1 : 94 nei cani, nei cavalli e nelle pecore; era di 106 : 9894 in un cavallo nutrito di avena, e di 301 : 9699 in un altro. Il nutrimento di buona qualità aumentava meno il grumo che il siero e le sue parti solide; scemava desso eziandio il grumo e le sue parti solide, in generale probabilmente a motivo di mancanza di abitudine.

NUTRIMENTO.	GRUMO.	SIERO.	GRUMO SECCO.	CONTENUTO DEL SIERO.	ACQUA.
CANE.					
Formaggio	240	9760	17	480	9503
Carne, pane, latte.	216	9784	27	838	9153
PECORA.					
Poca paglia	283	9717	42	509	9449
Poca erba	475	9525	82	496	9422
Molta avena					
1.a Porzione	258	9742	24	235	9741
2.a Porzione	432	9568	31	307	9662

Dice Krimer aver ottenuto più grumo dal chilo dei cani nutriti con sostanze vegetabili che dal chilo di quelli i quali avevano mangiato materie animali (6). Marcet (7) e Prout (8) osservarono l' opposto. Secondo il primo, la proporzione del grumo al siero, nei cani, era da 480 : 9520

(1) Tiedemann e Gmelin, *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 309.

(2) Gurlt, *loc. cit.*, p. 138.

(3) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1813, t. II p. 74.

(4) Schultz, *Das System der circulation*, p. 42.

(5) *Loc. cit.*, t. II, p. 89.

(6) *Loc. cit.*, p. 132.

(7) *Annali di chimica*, t. II, p. 52.

(8) Schweigger, *Giornale*, t. XXVIII, p. 210.

fin 780 : 9220 pel nutrimento vegetabile, e da 740 : 9260 — 950 : 9050 pel nutrimento animale. Per avviso di Prout, essa era, nel primo caso di 640 : 9360, e nel secondo di 1080 : 8920. Tuttavia, in uno dei casi osservati da Marcet, la quantità delle parti solide contenute nel siero era di 0,0900 col cibo vegetabile, mentre che in un altro, essa non ascendeva che a 0,0700 col cibo animale.

7.° Il grumo si depone al fondo, od aderisce alle pareti del vaso. È viscoso, però molle, facile a lacerare, e senza fibre valutabili. Se rimane nel siero, finisce collo sciogliersi quasi per intero. Arde lentamente, con odore di corno, lasciando un carbone spugnoso difficile ad incenerirsi. L'acido cloridrico lo discioglie mediante la bollitura. Con l'acido acetico o la dissoluzione di potassa, ed il concorso del calore, non dà che un liquido lattiginoso, il quale non si rischiera che dopo aver formato sedimento.

8.° Il siero che separasi da sè stesso, e da cui puossi eziandio ritirare certa quantità di grumo comprimendolo, è d'ordinario limpido, traente alquanto al giallastro, come il siero di latte, talvolta giallo-rossastro, di raro bianco. Manca di odore, è leggermente viscoso, sicchè attacca o salda la carta e il pannolino. La sua gravità specifica è di 1021 a 1022, per asserzione di Marcet. Si mescola coll'acqua, inverdisce fortemente i colori azzurri vegetabili, all'aria poco a poco s'intorbida, e forma quindi un sedimento. L'alcool, gli acidi minerali, il deuto-cloruro di mercurio ed il calore vi fanno nascere un precipitato fioccoso. Quando vi si aggiugne acido acetico, precipita mediante il cianuro di potassio. Evaporato a secchezza, lascia un residuo, di cui una parte si discioglie nell'alcool ed un'altra nell'acqua, mentre che una terza resiste all'azione di questi due mestruj.

b. *Composizione del chilo.*

1.° Entra primieramente nella composizione del chilo una fibrina incompiuta, che forma il grumo. Considerava Vauquelin questa sostanza come albumina sul punto di divenire fibrina. Vede in essa Marcet vera albumina, e Brande una materia, la quale ha più analogia col cacio che colla fibrina. Si sarebbe tentati di ammettere che questa fibrina si forma in maggior copia sotto la influenza del nutrimento animale; ma se la cosa accade realmente in certi casi, la ipotesi non è meno senza restrizioni. Tiedemann e Gmelin trovarono, di fibrina secca, calcolata in millesimi,

19 a 175 nei cavalli, 24 a 82 nelle pecore, 17 a 56 nei cani (1). In alcuni cani, cui Leuret e Lassaigue (2) avevano nutrito con zucchero o con gomma, il chilo conteneva altrettanta ed eziandio più fibrina di quello ne presentasse dopo il nutrimento animale.

2.° L'albumina è contenuta nel siero, e sembra esservi tenuta in dissoluzione dall'acqua, mediante soda. Secondo Reuss ed Emmert (3), l'albumina coagulata mediante il calore ascendeva, dopo la evaporazione compiuta, a 0,05 di siero, nei cavalli. Secondo Prout, il siero a cui si aggiunse acido acetico allungato, somministra, coll'azione del calore, un precipitato, il quale sembra essere non già albumina perfetta, ma albumina in procinto di formarsi; dopo la separazione di questo precipitato, il ciannuro di potassio fa nascere un nuovo precipitato di vera albumina, nella dissoluzione acetica.

3.° Una parte del residuo della evaporazione del siero si discioglie nell'acqua; e dopo che l'albumina fu separata dal siero fresco mediante il calore, la tintura di noce di galla determina un nuovo precipitato. Giusta tutto questo, Reuss ed Emmert, la cui opinione fu adottata poscia da Prevost e Le Royer (4), ammettevano la presenza della gelatina nel siero. Ma Tiedemann e Gmelin provarono che la sostanza precipitata dalla noce di galla è una materia estrattiva composta di osmazomo e di ptialina. In un cavallo nutrito di avena, il siero evaporato conteneva 0,1602 di osmazomo, con acetato di soda e cloruro di sodio, e 0,0276 di ptialina, con carbonato e fosfato di soda (5).

4.° Il chilo contiene grasso libero, vale dire nuotante in gocce sparse, e probabilmente altresì del grasso in istato di combinazione (6). Il suo siero dopo essere rimasto per qualche tempo in riposo, si copre spesso di pellicola grassa, cui Haller già conosceva (7) e che gli aveva fatto dire essere il chilo un liquido oleaginoso. Werner (8) non ne aveva trovato nel chilo dei cavalli. Vauquelin (9) fu il primo che ne dimostrò di nuovo la esistenza; trattava egli a tal uopo il chilo coll'alcool bollente; il grasso mostravasi composto di stearina bianca e di oleina gialla, e siccome essa

(1) *Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 89.

(2) *Loc. cit.*, p. 158.

(3) Scherer, *Journal der Chemie*, t. V, p. 166.

(4) *Loc. cit.*, t. XXVII p. 233.

(5) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 275.

(6) Schultz, *Das System der Circulation*, p. 40.

(7) *Elem. physiol.*, t. VII, p. 61.

(8) Scherer, *Giornale*, t. VIII, p. 31.

(9) *Annali del Museo*, t. XVIII, p. 244.

non contraeva combinazione saponosa cogli alcali, sembrava avvicinarsi al grasso cerebrale. Pretende Prout (1) che la pellicola cremosa di cui il chilo si copre, sia prodotta da grasso combinato con materia caseosa od albumina cominciante. Tiedemann e Gmelin ritrassero dal residuo secco del siero di un cavallo 0,0635 di grasso giallo e 0,1547 di grasso bruno. Vauquelin ed i due fisiologi tedeschi riconobbero che il color bianco del chilo è dovuto al grasso che esso contiene. Siffatta asserzione può essere vera in quanto concerne la lattescenza; ma le granulazioni chilose, quando sono abbondanti, assumono certamente una parte essenziale al coloramento in bianco, come lo pensa Weber (2). Allorquando Muller (3) agitava del siero latteo coll' etere, questo liquido rischiaravasi alquanto; ma rimaneva nel fondo del vaso, certa sostanza opaca, composta di granelli. Bischoff (4) scolorava quasi intieramente il siero trattandolo a varie riprese coll' etere; il lieve intorbidamento che peranco esisteva, proveniva, per suo avviso, dalla coagulazione dell' albumina mediante l' alcool contenuto nell' etere; ma egli osserva che l'etere discioglie altresì i granelli del chilo.

5.° (Ventisei grani di chilo fresco, proveniente dal canale toracico di un cane, furono posti, con 180 grani di etere, in un fiasco, che agitossi. Il liquore essendo ritornato in riposo, il chilo raggiunse subito il fondo di vaso, e la semplice vista bastommi per riconoscere alcune gocce di olio numerosissime nell' etere. Dopo ripetute scosse ed in capo a 24 ore, il chilo raccolto nel fondo del fiasco aveva perduto il suo colore bianco ed era divenuto giallo-rosso sporco; l'etere sembrava limpido; lo decantai, e dopo che la evaporazione spontanea in una capsula di vetro l' ebbe levato, rimasero alcune grosse goccioline di olio. Il chilo rimase ancora qualche tempo in riposo onde permettere alle ultime porzioni di etere di dissiparsi, e fu quindi pesato; la perdita, non ascendeva ad un grano. Col microscopio, i globetti del chilo parvero più chiari, meno distintamente granellati, ed alquanto più piccoli che prima del trattamento coll' etere; erano adunque divenuti simili ai globetti della linfa, giacchè questi ultimi non differiscono generalmente da quelli del chilo che pel loro volume più uniforme ed alquanto meno considerabile, non che per la loro superficie meno ineguale. Inoltre, i globetti del chilo trattato coll' etere sembravano essere divenuti alquanto meno numerosi; riscontravansi fra essi infiniti

(1) *Loc. cit.*, p. 229.

(2) *Hildebrand, Anatomie*, t. I, p. 160.

(3) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 248.

(4) *Muller, Archiv* 1838, p. 497.

granelli aventi all'incirca dal decimo all'ottavo della grossezza di un globetto normale del chilo, e che non iscorgevasi mica nel chilo fresco. Versai quindi nuovo etere sopra questo chilo, e non lo esaminai che dopo tre giorni. L'etere, decantato ed abbandonato, come la prima volta, alla evaporazione spontanea, lasciò ancora alquanto olio, ma in minor quantità; il chilo non mostrava più, al microscopio, che pochi globetti quasi lisci, sembrando il maggior numero di essersi fusi in masse granellate, di variabile forma e grossezza; eranvi pure granelli finissimi, in assai maggior copia che al momento del primo esame. La diminuzione del peso comportata dal chilo non può essere determinata, atteso che dovette perdersene necessariamente alquanto nel corso delle manipolazioni e delle osservazioni microscopiche (1).

6.° Secondo Marcet, la quantità dei sali del chilo ascendeva a 0,0092, come in tutti gli altri liquidi animali, che i cani avessero preso un nutrimento animale o ricevuto alimenti tratti dal regno vegetabile; ma, secondo Prout, essa era di 0,0070 nel primo caso, e di 0,0080 nel secondo. Questi sali, per asserzione di Tiedemann e Gmelin (2), sono, carbonato, idroclorato, talvolta acetato, solfato o fosfato di soda, carbonato e fosfato di calce. Trovò Vauquelin fosfato di ferro al minimo di ossidazione (3). Emmert (4) pure rinvenne questo ultimo sale, meno ossidato che nell'intestino, giacchè il chilo aveva bisogno di rimanere esposto per qualche giorno all'aria atmosferica acciocchè i reattivi ne svelassero la presenza, mentre essi la indicavano prestamente nel tubo intestinale. Quando il siero aveva comportato la fermentazione acida, od avevasi aggiunto un acido, la tintura di noce di galla ed il cianuro di potassio mettevano in evidenza la presenza del ferro; pari cosa succedeva allorquando il grumo era stato sciolto nell'acido azotico, o la cenere nell'acido cloridrico. Reuss ed Emmert (5) credevano altresì avere scorto dell'ammoniaca. Brande riguardava per zucchero di latte i cristalli che si separano dallo siero quando, dopo averlo ridotto della metà mediante la evaporazione, lo si lascia freddare (6); ma niuno dopo comprovò la esistenza di questa sostanza.

7.° Ecco qual era la proporzione dei principii costituenti del chilo,

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *Ricerche sulla digestione, t. II, p. 99.*

(3) *Loc. cit., p. 247.*

(4) *Reil, Archiv, t. VIII, p. 167.*

(5) *Scherer, Giornale, t. V, p. 166.*

(6) *Schweigger, Giornale, t. XVI, p. 376. — Raspail, Nuovo sistema di chimica organica, t. III, p. 257.*

secondo Tiedemann e Gmelin, in un cavallo nudrito di avena; secondo Prout, in un cane che aveva preso nutrimento vegetabile, ed in altro cane che aveva avuto cibi tratti dal regno animale :

	CAVALLO.	PRIMO CANE.	SECONDO CANE.
Acqua	9183	9360	8920
Fibrina	78	60	80
Albumina con carbonato e fosfato di soda	434	460	470
Albumina principiante			
Albumina con alquanto materia colorante rossa		40	460
Grasso	164		
Osmazomo, con cloruro di sodio	121		
Ptialina, con carbonato e fosfato di soda	20		
Sali		80	70

c. Modo di formazione del chilo.

§. 950. Per quello si spetta alla formazione del chilo :

1.° Se ne trova nelle prime radichette dei vasi linfatici dell' intestino. Adunque deve esso passare, già formato, dall' intestino in queste radichette, od almeno esistere in germe nella cavità addominale e formarsi durante il passaggio attraverso le pareti del canale e dei vasi, col concorso del sangue contenuto nella rete vascolare strettissima che esiste sopra questi punti. Per tal guisa si presenta il quesito di sapere se il chilo esiste già o no formato nel chimo.

1.° Trovasi, aderente alla superficie del chimo od alle pareti dell' intestino, certa materia biancastra, alquanto densa, che, giusta la osservazione di Haller (1), risulta più abbondante nella parte inferiore del duodeno di quello che nella sua parte superiore, e che, secondo Magendie (2), scema poco a poco nel resto dell' intestino tenue, verso la fine del quale non se ne trova più altro che una piccolissima quantità. Magendie la considera, in conseguenza, come la parte chilosa del chimo (3); dice egli che (4) dopo nutrimento contenente grasso, essa tiene la forma di filamenti

(1) *Elem. physiol.*, t. VII, p. 51.

(2) *Compendio elementare*, t. II, p. 102.

(3) *Ivi*, p. 170.

(4) *Ivi*, p. 101.

irregolari, larghi o rotondi, e che sembra essere chilo grossolano. Brodie (1), Macdonald (2), Prout (3) ed altri, lo riguardavano altresì come chilo. Alcuni osservatori, per esempio, Lallemand, non poterono tuttavia trovarla, o quando la scorgevano distintamente, vedevano in essa muco precipitato dalla sua dissoluzione, o sostenevano per ultimo, come Berthold (4), che essa si distacca dalla membrana mucosa, onde permettere a questa di assorbirla. Esaminandola col microscopio, Heusinger la trovò formata di grossi grani e differente dal muco, sicchè gli sembra essere un miscuglio di muco e di materia alimentare. La sua consistenza basta per provare che essa non può essere assorbita come chilo, ma forse non è dessa che un chilo per anco imperfetto, cui il muco che lo avvolge pone a contatto più immediato coll' intestino e le sue villosità, affinchè desso possa essere assorbito.

2.° È il chilo caratterizzato dalle sue reazioni alcaline, mentre il chimo riesce acido, od al più neutro, in tutta la estensione dell' intestino tenue (§. 945, 4.°). Puossi adunque concludere da ciò avvenire un cambiamento di sostanza nel tragitto e lungo i vasi linfatici.

3.° L' albumina del chilo può provenire dal chimo (§. 945, 5.°), e siccome essa scema in quest' ultimo secondo che ci avviciniamo alla parte inferiore dell' intestino tenue, diviene sempre più verisimile, giusta siffatta circostanza, che il chilo sia assorbito dai vasi linfatici. Rengger (6) ne insegna che, negli insetti eziandio, il chimo contiene albumina, la quale si trova nel chilo. La materia estrattiva (§. 945, 6.° 8.°) di quest' ultimo ed il suo grasso (§. 945, 9.°) sono egualmente, per certo, il prodotto della digestione intestinale.

4.° Leuret e Lassaigne (7) non riscontrarono fibrina nel chimo. Tuttavia osservò Werner (8) che la materia biancastra, la quale aderisce alle villosità dell' intestino tenue, si coagula all'aria, e Prout osservò che, esponendo all'aria il chimo tratto dal duodeno, esso diviene più consistente, poi si fluidifica di nuovo in capo ad una o due ore, sicchè sembra

(1) *Froriep, Notizen*, t. IV, p. 172.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. VI, p. 563.

(3) *Schweigger, Giornale*, t. XXVIII, p. 231.

(4) *Osservazioni patologiche*, p. 85.

(5) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 131.

(6) *Physiologische Untersuchungen ueber die thierische Haushaltung der Insekten*, p. 15.

(7) *Loc. cit.*, p. 167.

(8) *Scherer, Giornale*, t. VIII, p. 31.

prodursi un germe di fibrina nell' intestino e svilupparsi penetrando nel sistema linfatico.

5.° Secondo Vauquelin e Marcet, il chimo contiene più carbonio del chilo; ma questa differenza potrebbe benissimo dipendere dalla bile mescolata col primo.

6.° Home (1) aveva veduto infiniti globetti della linfa ed alcuni globetti privi di colore del sangue nel muco della porzione pilorica dello stomaco e del duodeno. Leuret e Lassaigne (2) sostennero quindi che la formazione dei globetti del chilo costituisce il punto essenziale della digestione. Scorgevano essi costantemente globetti, in piccolissimo numero nello stomaco, innumerevoli nell' intestino tenue, ove erano mescolati con alcuni corpicelli di volume indeterminato, e numerosissimi eziandio nell' intestino crasso, ove tuttavia la zona opaca possedeva maggior larghezza; osservarono eglino che questi globetti si rassomigliavano, pel volume e per la forma, a quelli del chilo che essi avevano rispinto nella cavità intestinale mediante l' acqua iniettata nel canale toracico. In conseguenza, ammisero la identità degli uni e degli altri (3). Siccome, finalmente, incontravano, nell' intestino delle rane e dei rospi, alcune monadi (§§. 8, 4.°; 14, 8.°), le quali sembravano vivere soltanto durante la digestione, così considerarono queste monadi come le analoghe dei globetti chilosì degli animali a sangue caldo, le credettero destinate a prevenire la putrefazione degli alimenti, e ne presentarono la formazione come costituente lo scopo essenziale della digestione. Del resto, videro pure di queste monadi nel sangue della vena porta (4). Scoperse Beaumont, nel chilo umano, alcuni globetti di differente grossezza, aventi, come quelli del sangue, il centro trasparente ed il margine opaco (5). Gurlt (6) trovò globetti simili a quelli del chilo nell' intestino tenue di un puledro venuto al mondo da poco, ed il cui stomaco non conteneva che liquido amniotico. Wagner (7) presume soltanto che formansi globetti di chilo nell' intestino tenue, pel motivo che gli parve scorgerne in quest' organo. Tutte siffatte osservazioni sembrano più o meno dubbiose. Invero, Leuret e Lassaigne (8) riscontrarono altresì

(1) *Lectures on comparative anatomy*, t. III, p. 25.

(2) *Loc. cit.*, p. 173.

(3) *Ivi*, p. 167.

(4) *Ivi*, p. 173-177.

(5) *Versuche ueber den Magensaft*, p. 138.

(6) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 138.

(7) *Loc. cit.*, t. II, p. 28.

(8) *Loc. cit.*, p. 202.

nel retto, il quale non contiene tuttavia chilo, alcuni globetti aventi analogia con quelli di quest' ultimo, sebbene provveduti di zona più opaca e più larga. Ne videro non già unicamente, come fece Beumont (1) nel prodotto della digestione artificiale, tanto col succo gastrico quanto col succo intestinale, ma inoltre in una infusione acquosa di pane, che era rimasta per diciotto ore in digestione alla temperatura di 18 gradi. Osservò parimenti Simon (2), nell' albumina e nel cacio assoggettato alla digestione artificiale, alcuni globetti i quali non avevano tuttavia analogia con quelli che si rinvennero nel sistema linfatico. Siamo però in diritto di dubitare che avvenga nel tubo intestinale una formazione di globetti chilosì, giacchè le radici dei vasi linfatici sono chiuse e coperte tanto di membrana mucosa che di epitelio, sicchè desse non possono assorbire che per endosmosi, e che una massa granellata non può penetrare attraverso le loro pareti. Secondo Muller (3), alcuni dei granelli del chilo sono eziandio più voluminosi dei globetti del sangue; dunque essi eransi insinuati attraverso l' intestino, le aperture che avrebbero loro dato passaggio dovrebbero essere visibili, e tanto grandi da ammettere eziandio altre parti del chimo; il color bianco che osservossi nel chilo e nel sangue, sui giovani animali tuttavia poppanti, non potrebbe procedere dai globetti introdotti attraverso le pareti intestinali, e dipende dal grasso. Negli insetti, il chilo, che costituisce ad un tempo il liquido riparatore e nutrimento, non è già contenuto in vasi particolari; esso attraversa le pareti del tubo intestinale, del pari che il tessuto cui abbisogna di essere nutrito, sicchè, giusta Suckow (4), non contiene globetti simili a quelli che osservansi nel sangue del vaso dorsale. Dobbiamo quindi ammettere con Schultz (5) che i granelli del chilo non incominciano a comparire che nell' interno dei vasi linfatici.

7.° (Quando allungossi con acqua il chimo compiuto dello stomaco, senza feltrarlo, e lo si esamini col microscopio, vi si scorgono alcuni corpi globulosi molto diversi, i più piccoli dei quali hanno analogia coi granelli della linfa, tanto più che le ineguaglianze della loro superficie compartisce ad essi cert' apparenza granellata di cui io rimasi meravigliato sopra i cani, massime dopo che essi erano stati nutriti con pane; ma questi corpi, in qualche guisa analoghi ai granelli del chilo o della linfa, rassomigliansi talmente ai più grossi per la forma e l' aspetto, e questi, alla loro volta,

(1) *Loc. cit.*, p. 183.

(2) *Muller, Archiv*, 1839, p. 7.

(3) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 540.

(4) *Heusinger, Zeitschrift fuer die organische Physik*, t. I, p. 603.

(5) *De aliment. concoct.*, p. 69.

fanno tanto evidentemente il passaggio alle grosse masse informi di cui non potrebbesi ignorare la natura, che io non posso dispensarmi dal riguardare gli uni e gli altri come resti non peranco digeriti di alimenti. Contribuì inoltre a convincermi il fatto che, quando si fa andare e venire la piastra di vetro che li copre, questi corpi cambiano facilmente di forma, od anche riduconsi in pezzi. Indipendentemente da essi, trovansi nel chimo alcuni corpicelli oscuri, di apparenza egualmente granellata, e di forma rotonda o bislunga, i quali non possono certamente essere altro che noccioli di cellule di epitelio, o particelle di glandole mucipari. La massa mucilaginosa e viscosa che circonda una pallottola di alimenti nello stomaco lascia vedere altresì, al microscopio, alcuni corpicelli oscuri simili a quelli; d'altronde, è dessa assolutamente omogenea ed amorfa. Circa sei od otto ore dopo che i cani presero alimenti, trovasi nel loro intestino tenue certa sostanza viscosa, grigio-biancastra, la quale aderisce alla membrana mucosa. Siffatta sostanza, stemprata con acqua, rimane in gran parte insolubile, e lascia scorgere al microscopio grossi filamenti bianchi, i quali consistono in una massa omogenea, tratto tratto alquanto granellata. Versando aceto sopra questi filamenti, essi compariscono, nella totalità, limpidi e privi di colore; ma scopresi in loro alcuni corpicelli sparsi, gli uni rotondi, gli altri bislungi, che io credo dover considerare egualmente come noccioli di cellule di epitelio. La porzione di questa sostanza grigiastrea cui l'acqua tolse o disciolse contiene, oltre numerose gocce di olio, alcuni granelli, i quali sono chiari, ineguali alla superficie, e molto simili a quelli del chilo, tanto pel volume che per gli altri caratteri, ma che ne differiscono essenzialmente, pel motivo che la disseccazione rende la loro superficie liscia in modo uniforme, mentre essa fa risaltare maggiormente le granulazioni dei corpicelli del chilo. Sono adunque tentato di riguardarli come particelle non ancora totalmente disciolte di alimenti. Indipendentemente dai granelli, souvi ancora molti corpicelli assai più piccoli, il cui volume varia dall'ottavo al decimo di quello di un granello chilooso di mediocre grossezza, ad un ingrossamento di 300 diametri. Questi corpicelli si rassomigliano a perle rotonde, e ad un ingrossamento di 500 diametri, rappresentano grani solidi, di color lievemente giallastro, e di forma non regolarmente sferica. Quelli sono analoghi in ogni punto ai granelli che scorgeva riprodursi quando mescolava colla bile fresca del chimo liquido proveniente dallo stomaco, e non posso fare altrimenti che considerarli come globetti del chilo non peranco giunti al loro compiuto sviluppo. D'altronde, siffatti granelli non sono solubili, almeno rapidamente, nell'acqua, nell'aceto e nell'etere; e dopo la disseccazione del

liquido, puossi tuttavia scorgervi per gran tempo sulla piastra di vetro. Finalmente, la membrana mucosa dell' intestino tenue presenta qua e là alcuni grumi di quaglio giallastro o verdastro, i quali si sono certamente precipitati dalla bile, e che lasciano scorgere al microscopio piccole pagliette brunastre o nerastre, simili a quelle che aveva già prima riconosciute nella bile (1).

8.^o Tutto in natura si compie poco a poco. È adunque già inverisimile per sè stesso che possa formarsi più che il germe del chilo nell' interno della cavità intestinale, la quale non è, in ultima analisi, che una superficie esterna del corpo. Le osservazioni hanno già da molto tempo dimostrato (2) essere le villosità intestinali che assorbono il prodotto della digestione, e siccome la sostanza mucosa biancastra si attacca specialmente ad esse, così dobbiamo congetturare che questa sostanza rinchiuda il chilo rudimentare.

Altri fenomeni dando altresì a pensare che accada una trasformazione di sostanza ogni volta che un liquido passi attraverso un denso tessuto organico (§. 881), siamo fondati a credere che attraversando le pareti dell' intestino e dei vasi linfatici, il chilo diventi alcalino sotto la influenza del sangue contenuto nei vasi capillari circonvicini, che si sviluppi fibrina, e che il liquido diventi così atto a produrre globetti. Parteggia nel fondo Valentin (3) per la stessa maniera di vedere; solo ammette la possibilità di un giro che il prodotto della digestione farebbe attraverso i vasi capillari delle villosità intestinali. Se, dice egli, la porzione disciolta del chimo penetra nei vasi sanguigni, e questi separano il chilo nell' interno dei vasi linfatici, risulta da ciò che questo liquido deve, alla maniera di una secrezione glandolare, essere sempre lo stesso, qualunque possa risultare la natura del chimo.

II. La proporzione del chilo agli alimenti ingeriti non è già ovunque la stessa.

1.^o Dapprima, il chilo contiene le parti costituenti ed organiche degli alimenti; ne estrasse esso adunque dell' acqua e dei sali. Osservasi eziandio che varia per colore, coagulabilità e composizione, giusta la proporzione dei loro materiali organici. Tuttavia non segue già da questo che siffatte sostanze siano realmente passate in esso, dappoichè possono, colla loro influenza sopra l' azione vitale, aver impresso tale direzione all' atto

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *Haller, Elem. physiol., t. VII, p. 28.*

(3) *Muller, Archiv, 1839, p. 179.*

della digestione, che il suo prodotto abbia preso una forma ed una natura determinate. Non si scorge, nel chilo, veruna traccia delle proprietà particolari degli alimenti, come colore, odore, sapore. Molti dei loro principii immediati, come la gomma, l'amido, la materia caseosa, non vi si trovano egualmente. Vide Fordyce il chilo perfettamente identico in un cane, il quale non aveva mangiato che carne, ed in altro, il quale era stato nutrito soltanto con materie farinose.

2.º Fra i principii costituenti particolari al chilo, il grasso specialmente sembra provenire dagli alimenti. Magendie (1) osservò che esso non è lattiginoso, vale dire che non contiene grasso (§. 949), se non in quanto proviene d'alimenti grassi. Secondo Leuret e Lassaigue (2) esso contiene il grasso che esisteva nelle materie alimentari. Tiedemann e Gmelin dicono egualmente (3) che il grasso vi passa senza comportare la minima decomposizione o combinazione, dappoichè esso sembra tanto più lattiginoso quanto più grassi sono i cibi, e contiene poco grasso negli animali a digiuno. Schlemm (4) trovò il sangue biancastro ed il suo siero affatto bianco in giovani gatti, i quali avevano poppato poco prima. Fece Mayer (5) la stessa osservazione in cagnolini tettanti. Trovò egli un liquido bianco nei vasi linfatici, e si convinse che questo non era chilo, giacchè siffatto liquido, esposto all'aria, non si coagulava e non arrossiva; non conteneva neppure la materia caseosa del latte, giacchè, nè il succo gastrico, nè l'acido acetico, non ne operavano la coagulazione. Era adunque semplicemente il grasso del latte, che i vasi linfatici dell'intestino avevano assorbito e condotto nel sangue. Ma quest'osservazione non prova già che il nutrimento determini essenzialmente e necessariamente la quantità di grasso contenuta nel chilo; lungi da ciò, abbiamo molti motivi di accampare dubbii contro tale ipotesi. In primo luogo, risulta da una osservazione di Vauquelin, precedentemente riportata (§. 949), che il grasso del chilo differisce da quello degli alimenti. Dappoi non sonvi proporzioni fisse tra l'uno e l'altro. Gli alimenti grassi non ingrassano già perchè sono carichi di grasso; un nutrimento magro, purchè sia bastevole, e se ne faccia bene la digestione, può procurare nutrimento e pinguedine; il vitto vegetabile, di buona qualità ed abbondante, ingrassa gli uomini più del vitto animale

(1) *Compendio elementare*, t. II, p. 156.

(2) *Loc. cit.*, p. 158.

(3) *Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 93.

(4) *Froriep, Notizen*, t. XXV, p. 122.

(5) *Ivi*, t. XXVI, p. 227.

ricco di grasso, e sotto tale aspetto, si scorge analoga differenza tra gli animali erbivori ed i carnivori. La formazione del grasso è abbondantissima nei bruchi, sebbene le foglie di cui queste larve si nutrono non ne contengano. Il chilo non è lattescente negli uccelli, i quali ingrassano con tanta prontezza, e gli accade spesso, secondo Wagner (1), di non contenere una sola goccia di grasso, sebbene il nutrimento sia il più grasso possibile e consista, per esempio, in latte e burro. Prout non vi trovò maggiormente grasso in un cane nutrito di carne, che in altro il cui alimento era stato affatto vegetabile (2). Leuret e Lassaigne riscontrarono tracce di grasso in cani, i quali da un giorno e mezzo avevano preso sola gomma (3). Il chilo dei vasi linfatici dell'intestino tenue trovossi bianco da Tiedemann (4), ed il suo siero lattiginoso, in un cane il quale aveva mangiato soltanto albume d'uovo indurito da sedici ore, e non potrebbesi ammettere che la grande quantità di grasso che esso conteneva provenisse dal poco tuorlo che potè rimanere aderente all'albume. D'altronde, il chilo dei cani era altresì più o men bianco dopo l'alimentazione con fibrina (5), colla (6), formaggio (7) ed amido (8). Siamo adunque autorizzati a domandare se non possi formarsi grasso per effetto della digestione. Andò certamente troppo oltre Home, quando pretese che esso non può costituire il risultato di una secrezione del sangue, e che piglia esclusivamente origine nel tubo intestinale; ma se, confidando nell'analisi di Werner, abbiamo combattuto precedentemente (§. 875) la possibilità della produzione del grasso mediante il lavoro della digestione, qui dobbiamo confessare che sostenemmo un errore. Schultz (9) ammette questa formazione di grasso, pel motivo che crede aver osservate nel chimo strisce oleose, e che il chilo non gli presentò gocce di grasso negli animali a digiuno. Risulta altresì dalle osservazioni superiormente narrate, che alcune gocce di grasso furono vedute non solo nel chimo formato senza alimenti grassi (§. 350, 7.^o), ma inoltre nella dissoluzione di albumina concreta mediante il succo gastrico artificiale (§. 941). Sembra adunque all'incirca sicuro

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 26.

(2) *Schweigger, Giornale*, t. XXVIII, p. 229.

(3) *Loc. cit.*, p. 167.

(4) *Ricerche sulla digestione. Parigi*, 1827, t. I, p. 182.

(5) *Loc. cit.*, p. 182.

(6) *Loc. cit.*, p. 187.

(7) *Loc. cit.*, p. 195.

(8) *Loc. cit.*, p. 199, 201, 204. — *Raspail, Nuovo sistema di chimica organica. Parigi*, 1838, t. II, p. 194 e seg.

(9) *Das System der Circulation*, p. 69.

che la digestione produca, oltre l'albumina e la materia estrattiva, del grasso, il quale passa nel chilo, ove esso sembra concentrarsi massime nei globetti e pigliar parte alla forma granellata che assumono (§. 949). Ora, è agevole comprendere che le sostanze di cui l'organismo ha la facoltà di determinare la formazione durante la digestione, possono passare eziandio nei vasi linfatici, allorquando gli alimenti gli offrono ad essi già formate.

3.° Dall'essere l'osmazomo poco abbondante negli animali a digiuno, Tiedemann e Gmelin concludono (1) che questo principio costituente del chilo proviene dal tubo intestinale; giusta tutto questo, ammettono essi incontrastabilmente che l'osmazomo si produce nell'intestino, dappoichè non ve ne ha nei vegetabili, e che il chilo degli animali erbivori ne manchi.

4.° Ammettono gli stessi fisiologi che la fibrina del chilo non è prodotta a spese degli alimenti, ma che essa proviene dal sangue, stante che la linfa degli animali a digiuno ne contiene maggiormente del chilo a cui il nutrimento dà origine (2). Per la stessa ragione, secondo essi, l'albumina e la ptialina devono egualmente trarre la loro origine dal sangue (3). Tuttavia ciò supporrebbe che prima di entrare nei gangli linfatici del mesenterio, il chilo non contenga che osmazomo e grasso, e non sia coagulabile, locchè contraddice la esperienza; ne seguirebbe altresì che questo liquido riceve dal sangue una quantità di albumina e di ptialina fuori di ogni proporzione col volume e la tessitura dei gangli linfatici, finalmente che la fibrina, l'albumina e la ptialina si formino unicamente nel sangue, locchè sembra essere contrario a tutti i fatti osservati. I fenomeni precedentemente riportati (§§. 942, 945, 949), danno a pensare che la digestione produca immediatamente e principalmente albumina, come ammettono Vauquelin, Hatchel, Hallè, Trevirano, Prout e Marcet, e che dessa dia origine inoltre all'estrattivo, al grasso, ad un rudimento di fibrina. Secondo Schultz (4), l'acqua del sangue (§. 664), vale dire la porzione limpida del sangue, a cui egli dà il nome di *plasma*, sarebbe, insieme col grasso, la base del sangue prodotto mediante la digestione.

5.° È però la forza vivente dell'organismo che trasforma la materia contenuta negli alimenti in maniera corrispondente alla sua natura. Per tal guisa, generalmente parlando, il chilo rimane lo stesso in ogni circostanza;

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 100.

(2) *Loc. cit.*, t. II, p. 90.

(3) *Loc. cit.*, t. II, p. 99.

(4) *Das System der Circulation*, p. 69.

secondo Wagner (1), le sue granellazioni non differiscono, nei carnivori, da ciò che esse sono negli erbivori. In tutti gli animali, e dopo qualunque nutrimento, contiene esso sempre, come dicono Leuret e Lassaigne (2), fibrina, albumina, soda, cloruro di sodio e fosfato di calce. La proporzione, non solo dei suoi principii immediati (3), ma altresì dei suoi principii elementari, è pure all' incirca la stessa, in onta della diversità degli alimenti. Secondo Macario e Marcet (4), esso componevasi dei seguenti elementi :

	NEI CANI. Cibo animale.	NEI CAVALLI. Cibo vegetabile.
Carbonio	552	550
Ossigeno	259	268
Idrogeno	66	67
Azoto	110	110

È poi specialmente osservabile la identità della proporzione di azoto, giacchè sebbene abbiassi dimostrato la presenza di questo elemento nell'albumina vegetabile, esiste tuttavia in assai minor quantità nelle erbe di quello che nella carne.

§. 951. La digestione viene compiuta dai liquidi separati che si mescolano colle sostanze alimentari. Ora il succo intestinale non differisce essenzialmente dal succo gastrico. Però esso non si forma di chilo nello stomaco, e se ne produce soltanto nell' intestino. Bisogna adunque, o che l' intestino conduca la digestione al suo scopo continuando ad esercitare un' azione simile a quella dello stomaco, o che, mediante l' addizione della bile e del succo pancreatico, determini una elaborazione speciale del prodotto della digestione stomacale e formi il chilo a spese di tale prodotto. Quest'ultimo caso è in sè stesso il più verisimile, e quando si rifletta specialmente alla natura affatto particolare della bile, ci sentiamo strascinati verso la ipotesi che gli attribuisce una parte essenziale alla chilificazione.

I. Però l' altra ipotesi conta partigiani fin da tempi rimotissimi (5).

1.° Fondasi sopra l' essere la bile una materia escrementizia, la cui eliminazione serve al mantenimento della composizione normale del sangue (6). Ma questo carattere non esclude la possibilità che essa influisca

(1) *Loc. cit.*, p. 27.

(2) *Loc. cit.*, p. 158.

(3) *Krimer, Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 131.

(4) *Annali di chimica*, p. 377.

(5) *Haller, Elem. physiol.*, t. VI, p. 615.

(6) *Tiedemann e Gmelin, Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 58.

sopra la digestione, dappoichè in generale non avvi differenza assoluta tra i prodotti secretorii ed i prodotti escrementizii.

2.° Dicesi pure che il volume del fegato e la quantità della bile nei diversi animali, non sono in proporzione nè del bisogno che questi sentono del nutrimento, nè della rapidità della loro digestione. I mammiferi e gli uccelli prendono i proprii alimenti ad epoche più prossime degli animali a sangue freddo, li digeriscono con maggior prontezza ed hanno tuttavia un fegato più piccolo (1). Ma, generalmente parlando, le conclusioni che si traggono dal volume di un organo riguardo alle sue funzioni, mancano di certezza. Dappoi il rapporto della bile alla escrezione può predominare, negli animali inferiori, senza che ne segua non influire questo liquido sulla digestione. Finalmente puossi dire con Trevirano (2) che il volume del fegato è proporzionale, non alla quantità del nutrimento, ma alla forza dell' assimilazione, che deve essere valutata giusta la energia del potere riproduttore.

3.° Dopo essere stato costretto di concedere che i canali secretorii, i quali s'imboccano nella porzione del canale intestinale destinato alla eiezione, negli insetti, non sono veri organi biliari (§. 804, 6.°), si disse che in molti molluschi, non avvi che una piccola porzione della bile la quale si rechi nella parte superiore dell' intestino, versandosi il resto o nel cieco o nei dintorni dell' ano (3). Però non ne segue da questo altro che la bile è pure in parte una materia escrementizia. D'altronde, accampò Muller (4) alcuni dubbii relativamente al quesito di sapere se il condotto che apresi presso l' ano venga realmente dalla sostanza del fegato e conduca bile.

4.° Secondo Fordyce, può la digestione compiersi allora eziandio che il condotto il quale mena la bile sia ostrutto, e Blundell trovò (5) questo canale terminato in fondo di sacco in un fanciullo di due anni e mezzo, il quale era colto dalla itterizia, ma che aveva preso un rapido sviluppo ed il corpo del quale presentava molto nutrimento. Magendie vide del chilo bianco formarsi dopo la legatura del canale coledoco. Leuret e Lassaigne (6) legarono questo canale in un cane, nettarono, dopo quattro ore, l' intestino con due oncie di olio di ricino, diedero, dodici

(1) *Ivi*, p. 61.

(2) *Biologia*, t. IV, p. 420.

(3) *Tiedemann e Gmelin*, loc. cit., t. II, p. 63.

(4) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 151.

(5) *Mayo*, *Outlines of human physiology*, p. 133.

(6) *Loc. cit.*, p. 148.

ore dopo, della zuppa in latte, ripeterono questa ultima operazione altre due volte, ad eguali intervalli, e misero l'animale a morte otto ore dopo la presa della ultima porzione; il canale toracico rigurgitava di un liquido rosso-giallastro, quasi trasparente, il quale conteneva albumina. Tiedemann e Gmelin (1) fecero esperienze analoghe, del pari che Beniamino Philipps (2).

Ma dapprima taluna di queste osservazioni provano troppo, giacchè se la nutrizione potè continuare per gran tempo ad esercitarsi senza disordine, mentre la bile non affluiva nell'intestino, questa bile rattenuta non aveva portato verun pregiudizio alla vita, e non erasi in conseguenza mostrata materia escrementizia. Dappoi, sarebbe possibilissimo che la porzione di bile necessaria alla formazione del chilo, pervenisse al prodotto della digestione per altra via, essendole interdetta quella dell'intestino. Trovarono Tiedemann e Gmelin (3) i vasi linfatici del fegato gialli, e riconobbero la presenza dei principii costituenti la bile tanto nel contenuto del canale toracico, quanto nel sangue. Questo sangue bilioso non poteva adunque somministrare, nell'intestino, una secrezione capace di agire alla maniera della bile? Ma finalmente, è dubbiosissimo che il liquido trovato nel sistema linfatico fosse realmente chilo. Tiedemann e Gmelin praticarono dieci volte la legatura del canale coledoco sopra alcuni cani; la esperienza mancò due volte, pel motivo che erasi formato un nuovo canale coledoco (4); in altri due non si dice nulla dello stato dei vasi linfatici (5); in cinque il canale toracico conteneva un liquido giallastro, limpido e trasparente (6); una sola volta in un cane che aveva preso latte, di cui il grasso era stato preventivamente assorbito, il chilo presentava certo color bianco (7). Ora, siccome non possiamo ammettere (§§. 849, 950) che il colore bianco non sia già essenziale al chilo, e che esso provenga unicamente dal grasso contenuto negli alimenti (8), siamo costretti credere che il liquido di cui ragionasi non fosse chilo perfetto, ma piuttosto linfa riassorbita, e siccome esso conteneva più fibrina di quanta ordinariamente se ne trova (9), rassomigliava in ciò altresì al contenuto del canale toracico,

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 3 e seg.

(2) *Archivii generali*, 2.a serie, t. II, p. 104.

(3) *Loc. cit.*, t. II, p. 49.

(4) *Loc. cit.*, t. II, p. 12, 27.

(5) *Loc. cit.*, t. II, p. 25, 27.

(6) *Loc. cit.*, t. II, p. 5, 13, 19, 22, 36.

(7) *Loc. cit.*, t. II, p. 25.

(8) *Loc. cit.*, t. II, p. 56.

(9) *Loc. cit.*, t. II, p. 88.

quale esso ne apparisce senza digestione e negli animali che non presero alimento (§. 916, 1.°).

II. Molti motivi parlano in favore del concorso della bile alla formazione del chilo.

1.° Tali sono dapprima i fenomeni che avvengono quando questo liquido non può fluire nell' intestino. Negli individui colti dalla itterizia, la digestione langue, scema l' appetito, del pari che la nutrizione e la forza muscolare. Il canale coledoco è allora raramente affatto ostrutto, ed il colore bianco delle materie alvine non potrebbe bastare a provare che non giunga bile nel duodeno. Ma quando ogni arrivo è interdetto a questo liquido, il dimagrimento giunge al massimo grado, e se la vita può ancora mantenersi per alcun tempo, ciò avviene perchè un prodotto incompiuto della digestione, formato forse sotto la influenza di sangue carico di bile, sostituisce bene o male il chilo. Avendo legato Brodie, il canale coledoco sopra giovani gatti, trovò il chimo senza mutamento; solo era alquanto meno fluido nella parte inferiore dell' intestino tenue, ma il liquido contenuto nei vasi linfatici del mesenterio era privo di colore e chiaro come la linfa (1). Mayo non trovò neppur chilo in tre giovani gatti e due giovani cani, ai quali egli aveva praticato la legatura del canale toracico, dopo 24 ore di digiuno, e diede poscia del nutrimento; il chimo contenuto nell' intestino tenue non differiva da quello racchiuso nello stomaco (2).

2.° Il canale coledoco si apre ad una grande distanza dall' ano, e nel sito precisamente ove la chilificazione comincia. Vide Werner le villosità dell' intestino tenue coperte, partindo dal suo orificio, della materia biancastra di cui parlossi superiormente (3). Riconobbe Prout che il chimo contiene poca albumina nel principio del duodeno, e che la quantità di questa sostanza va sempre aumentando fin a sei pollici sotto dell' intestino (4). È pure nel principio del digiuno che il chilo incomincia per solito a comparire, secondo Home (5). Non potrebbesi credere che una materia puramente escrementizia sia deposta così lungi dalla superficie esterna, in un punto precisamente di sì alta importanza per la formazione del sangue, e che un puro accidente induca la coincidenza dell' imboccatura del canale coledoco col luogo ove principia la chilificazione.

3.° La bile, per virtù della sua grande tendenza alla decomposizione,

(1) *Froriep, Notizen, t. IV, p. 177.*

(2) *Archivii generali, t. XII, p. 439.*

(3) *Scherer, Giornale, t. VIII, p. 31.*

(4) *Schweigger, Giornale, t. XXVIII, p. 207, 230.*

(5) *Lectures on comparative anatomy, t. III, p. 25.*

è valevolissima a reagire chimicamente sul chimo; riunisce essa tutte le condizioni necessarie per comportare essa medesima e determinare in quest'ultimo una trasformazione di sostanza. La si vede perdere il suo color chiaro percorrendo lunghe l' intestino e divenire giallo-carica o verdastra (1). Tiedemann e Gmelin (2), avendo aperto il corpo di un cane che digiunava da 14 ore, trovarono, nel terzo superiore dell' intestino tenue, un liquido giallo, amaro, mucoso ed acido, che presentava fiocchi verdi nel secondo terzo, mentre, nell'ultimo terzo, non appalesava che uno strato di pappa consistente, bianco-rossastra ed appena acida. Ecco quale era, secondo Collard de Martigny (3), la composizione, in un cane morto di fame, della bile rinchiusa nella vescichetta, e del liquido giallo-verdastro che esisteva nell' intestino.

	Bile.	Liquido intestinale.
Resina	173	291
Materia gialla	150	208
Picromele	457	875
Acqua e sali.	9200	8626.

Per tal guisa, prescindendo d'alquanto perdita in acqua ed in sali, il contenuto della bile aveva acquistato un poco di materia gialla, maggiormente di resina, e molta quantità specialmente di picromele. Crede eziandio Magendie (4) che il liquido semi-trasparente ed alquanto lattiginoso per esso rinvenuto nei vasi linfatici intestinali dei cani rimasti senza cibo per 12 in 36 ore, fosse un chilo formato di bile e di succhi intestinali.

4.° Rende già verisimile che la bile sia decomposta ed adoprata in parte alla formazione del chilo, il fatto che la quantità giornalmente separata di questo liquido sembra essere superiore a quella delle materie fecali, di cui essa non forma tuttavia che una parte. In vero, sebbene Haller valuti troppo alta la secrezione giornaliera della bile (§. 326, 1.°), essa non è perciò men considerabile relativamente alle egestioni alvine, le quali non ascendono che a cinque oncie circa; giacchè oltre contenere la vescichetta quasi un'oncia e mezzo di liquido, e vuotarsi durante il pasto, non ne fluisce meno del continuo certa quantità di bile nello intervallo dei pasti. Ma Fourcroy aveva già riconosciuto che mescolandosi col chimo,

(1) *Raspail, Nuovo sistema di chimica organica, t. III, p. 265.*

(2) *Ricerche sulla digestione, t. I, p. 93.*

(3) *Giornale di Magendie, t. VIII, p. 156.*

(4) *Compendio elementare, t. II, p. 161.*

la bile determina certa precipitazione, che una parte di questo liquido passa nel chilo ed il resto scappa cogli escrementi. Giusta le ricerche di Tiedemann e Gmelin (1) sono la resina, il grasso, la materia colorante, il muco ed i sali di bile che escono cogli escrementi, mentre non si ritrova in questi ultimi nè il suo picromele, nè il suo osmazomo, nè il suo acido colico. Ora, siccome il chilo contiene molto osmazomo, ma non contiene nè picromele, nè acido colico, bisogna che queste due sostanze siano state decomposte durante la chilificazione. Del resto, aveva già riconosciuto Prout (2) non essere la materia biliare propriamente detta quella che passa nel chilo, ma altre parti costituenti della bile. Lassaigne (3) e Vauquelin si convinsero egualmente che niuno dei materiali di quest'ultima non si trova nel sangue. Pretende tuttavia Beudant che il sangue, anche in istato sano, contenga materia biliare gialla (4).

5.° Negli animali a digiuno, la vescichetta riceve una parte della bile. Quest'ultima si concentra durante il soggiorno che essa vi fa, poi si espande così concentrata, e tutto a un tratto, dopo che formossi chimo nello stomaco. Siffatta maniera di comportarsi annuncia che essa concorre alla digestione. Sebbene la presenza della vescichetta biliare offra molte varietà negli animali, questo serbatoio sembra tuttavia esistere specialmente in quelli che non trovano il loro nutrimento altro che a lunghi intervalli, e che allora ne prendono una grande quantità alla volta, in conseguenza nei carnivori, invece che esso manca in quelli i quali trovano quasi ovunque nutrimento, e che passano gran parte della giornata a mangiare, come gli erbivori. Se manca la vescichetta, al dire di Rapp, nei cetacei carnivori, mentre essa esiste in quelli che vivono di materie vegetabili, la causa di questa particolarità è probabilmente la stessa, dappoi- chè il nutrimento dei cetacei erbivori è più raro in mare di quello dei carnivori, i quali incontrano ovunque piccoli animali in abbondanza.

6.° In molti animali trovasi quasi sempre nello stomaco alquanto bile, la quale vi si introduce quando questi esseri sono a digiuno. Reaumur (5), Spallanzani (6), Leuret e Lassaigne (7) la riscontrarono negli uccelli; Bichat, Tiedemann e Gmelin (8) nei cani. Non è neppur cosa rara,

(1) *Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 55, 58.

(2) *Loc. cit.*, t. XXVIII, p. 233.

(3) *Ricerche sulla digestione*, p. 160.

(4) *Froriep, Neue Notizen*, t. V, p. 169.

(5) *Storia dell'Ac. delle scienze*, 1752, p. 480.

(6) *Opere*, t. II, p. 451.

(7) *Loc. cit.*, p. 145.

(8) *Loc. cit.*, t. I, p. 96.

nell' uomo, vedere la regione pilorica colorita in giallo dalla bile epatica, mentre che la bile della vescichetta non penetra nello stomaco che dopo considerabili e prolungati sforzi di vomito. Helm e Beaumont videro questo passaggio effettuarsi negli individui colti da fistole stomacali, il primo per effetto delle scosse della carrozza ed altri movimenti violenti (1), il secondo per quello di una pressione esercitata sull' ipocondrio destro, come altresì mediante la irritazione della regione pilorica effettuata con un tubo di gomma elastica o con la palla di un termometro (2). Beaumont trovava ordinariamente bile nello stomaco dopo l' uso prolungato di alimenti grassi, e credeva aver osservato che la digestione compivasi allora con maggior facilità (3).

7.° Il chimo contiene bolle di aria dopo che la bile penetrò nell' intestino (§§. 945, 4.°; 947, 1.°). Colà adunque effettuossi evidentemente decomposizione. (Il chimo di un coniglio ucciso sei ore dopo che mangiò abbondantemente, fu allungato coll' acqua, e passato attraverso un fino pannolino; diede esso così un liquido giallastro e leggermente torbido. Il microscopio fece vedere in tal liquore alcuni piccoli corpicelli angolosi, alquanto allungati, di color carico e di aspetto granellato, che furono considerati come noccioli di cellule di epitelio; vi si scopersero inoltre numerose gocce di olio, che potevano avere, termine medio, la metà del volume dei globetti della linfa. A questo liquido, la cui quantità era di circa tre oncie, si aggiunsero due dramme di bile fresca dello stesso animale; subito effettuossi una effervescenza appena sensibile, con certo movimento generale del liquore e comparvero fiocchi, i quali tuttavia disparvero subito, sicchè non si potè esaminarli col microscopio. Una goccia di liquido, portata sotto il microscopio durante la stessa effervescenza, mostrò una gran quantità di piccolissime gocce di olio, facili a distinguere da infinite granellazioni solide, le quali, ad un ingrossamento di 300 diametri, sembrano sferiche. Dopo che il movimento generale fu moderato, questi granelli solidi comparvero alquanto colorati, e ad un ingrossamento di 500 diametri, non avevano forma regolarmente globulosa; il maggior numero pareggiavano in volume la sesta e taluni la decima parte soltanto di un globetto linfatico normale. Dapprima essi nuotarono liberamente qua e là, poi si riunirono a gruppi, cui distinguevansi ad occhio nudo sopra la piastra di vetro, dopo la dissecazione. Le vescichette di grasso erano

(1) *Zwey Krankengeschichte*, p. 11.

(2) *Neue Versuche ueber den Magensaft*, p. 11, 64.

(3) *Ivi*, p. 63.

affatto scomparse, od almeno divenute rarissime. Dopo 24 ore di riposo, il liquore, che sembrava olivastro dopo l'aggiunta della bile, si divise in tre strati, il superiore dei quali era verde puro e perfettamente limpido, ed il medio olivastro e torbido; l'inferiore rappresentava un sedimento giallastro. Il microscopio non fece riconoscere nel primo altro che numerose goccioline di olio, di variabile grossezza; il sedimento era composto di lamelle o squame alquanto colorite, di tessitura sensibilmente granellata, il cui volume pareggiava all'incirca la metà di quello dei globetti del sangue. Lo strato medio non potè essere osservato isolatamente; sembrava essere un miscuglio degli altri due (1). Avendo Beaumont (2) ritirato il chimo dallo stomaco del suo malato, dopo che esso avea preso salvaggina arrostita e vino, lo trovò di color brunastro; l'aggiunta della bile gli compartiva un aspetto latteo, e vi faceva nascere fiocchi bianchi, non che un precipitato bruno-chiaro.

8.° Il grasso o l'olio si dissolveva più facilmente nel succo gastrico, quando aggiungevasi bile (3). La dissoluzione della carne nel succo gastrico preparato mediante digestione artificiale, si separava colla giunta della bile, del succo pancreatico e dell'acido cloridrico allungato, in un liquido avente l'apparenza del siero di latte, e che sembrava essere un chilo imperfetto, una pellicella cremosa alla superficie, ed un sedimento bruno-rosso (4). In un caso analogo, l'addizione della bile ottenuta mediante il vomito, determinò una lieve effervescenza; si produsse un piccolo grumo ed un precipitato giallo (5). La bile, versata nel succo gastrico solo, non produsse verun precipitato (6). Secondo Leuret e Lassaigne (7), il pane si rammolli più presto nel succo gastrico intestinale contenente bile, che nel succo gastrico puro.

9.° Il liquido digerente artificiale preparato da Purkinje e Pappenheim (8), si mostrava inerte quando vi si avea aggiunto bile, e non dissolveva l'albumina cotta. (La bile fresca aggiunta al liquore digerente preparato colla membrana mucosa stomacale, acqua ed acido cloridrico, non solo non favorisce, ma eziandio ritarda la dissoluzione delle sostanze

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *Loc. cit.*, p. 119.

(3) *Ivi*, p. 161, 207.

(4) *Ivi*, p. 82, 116.

(5) *Ivi*, p. 200.

(6) *Ivi*, p. 118.

(7) *Ricerche sulla digestione*, p. 145.

(8) *Froriep, Notizen*, t. L, p. 211.

sopra le quali l'azione di questo liquido si esercita d'altronde in modo evidentissimo, come l'albumina e la carne. Poco importa, sotto questo aspetto, che l'addizione della bile avvenga prima o dopo il principio della dissoluzione. Questo effetto non deve sorprendere quando si rifletta che la bile neutralizza parte dell'acido del liquido digerente, e che la prontezza con cui la decomposizione delle sostanze precipitate si compie durante la digestione artificiale, sta in ragione diretta della quantità di acido contenuta nel liquore, purchè però quest'acido non oltrepassi certi limiti, i quali, giusta le mie osservazioni, sono 40 gocce per oncia di acqua. In quanto alle sostanze di cui l'amido ed il glutine sono i principali elementi, come le patate, i legumi farinosi ed i cereali, la loro decomposizione sembra essere realmente favorita dalla bile. Siccome esse sono pochissimo sensibili all'azione dissolvente del liquore digerente artificiale, dappoichè i piselli, ad esempio, non hanno per anco cangiato di forma, di colore, nè di aspetto, in capo a 15 giorni, questa osservazione risulta forse senza importanza relativamente alla digestione naturale. Tuttavia mi permetterò citare qui alcuni fatti che ne stabiliscono la esattezza. Sette piselli bianchi, gonfiati nell'acqua, pesanti insieme una dramma, ed assoggettati, per quattro giorni al liquore digerente, pesavano 58 grani e mezzo, essendo ancora umidi; non avevano adunque perduto che un grano e mezzo; sette altri piselli pesanti, parimenti una dramma, e tenuti in digestione durante lo stesso tratto di tempo, ma dopo l'addizione di 30 grani di bile, non pesavano in seguito che 58 grani, sebbene fossero coloriti in verde dalla bile di cui eransi impregnati, e che si avesse pesato con essi alquanto residuo bilioso rimasto sul filtro. Sei piselli bianchi secchi, pesanti insieme 24 grani, diedero un risultato ancora più sorprendente; dopo otto giorni di digestione si fecero seccare; quelli che erano stati trattati colla bile, non pesavano che 16 grani, mentre il peso degli altri era di 19 grani e mezzo. Una dramma di riso gonfio aveva lasciato, dopo quattro giorni di digestione, 59 grani di residuo, senza bile, e 58 soltanto con bile, sebbene qui egualmente si avesse compreso nel peso il residuo di bile interposto fra i grani. Una dramma di patate crude, trattate in egual modo, lasciò 56 grani di residuo senza bile, e 54 con la bile. Riconobbi nella bile un altro modo d'influenza sulla digestione artificiale; l'addizione di questo liquido al residuo ottenuto mediante la evaporazione del liquore digerente filtrato, dopo che vi era stata disciolta una sostanza qualunque, rendeva questo liquido più solubile nell'alcool, sicchè sembrami la bile favorire la formazione dell'osmazomo. Albumina, carne e pane di segala, una dramma di ciascuno, furono poste in digestione, per quattro giorni, con ciascuno sei

dramme di liquore digerente, e ciò in porzioni-doppie, ad una delle quali si aggiungeva mezza dramma di bile. Dopo questo tratto di tempo eravi più albumina e carne disciolta nel liquore contenente bile che nell'altro; in quanto al pane, la cosa era meno sensibile, atteso che nell'una e nell'altra porzione, esso trovavasi nel fondo del vaso, ridotto in piccoli frammenti. Tutti i liquori furano feltrati; esso rimase sul filtro:

Dell' albumina con bile .	5 grani.	Senza bile	1 1/2 grani.
Della carne con bile. .	33 —	Senza bile	23 —
Del pane con bile . .	42 —	Senza bile	38 —

Il liquore feltrato, che, per le porzioni mescolate di bile, era alquanto torbido, e per le altre perfettamente limpido, fu evaporato a siccità. Il residuo secco fu:

Per l' albumina con bile .	di 31 1/2 grani.	Senza bile.	31 grani.
Per la carne con bile . .	24 —	Senza bile.	28 —
Pel pane con bile . . .	17 1/2 —	Senza bile.	11 —

Si versò alcool sopra questa sostanza secca, poi si filtrò in capo a 24 ore, ed evaporossi a secchezza il liquore alcoolico. I risultati furono in grani:

	SOLUBILI NELL' ALCOL.		INSOLUBILI NELL' ALCOL.	
	Con bile.	Senza bile.	Con bile.	Senza bile.
Albumina .	25	12	6 1/2	19
Carne. . .	13	9	11	19
Pane . . .	16	5	1 1/2	6 (1).

III. Sembra indubitabile, giusta tutto questo, che la bile eserciti essenziale influenza sopra la digestione, e bisogna ora determinare quale può essere la sua maniera di agire. Dobbiamo qui passare in rivista le opinioni non solo di quelli che riconoscono la sua partecipazione alla formazione del chilo, ma inoltre degli altri che adottano la ipotesi contraria.

1.° Niuno dubita che essa solleciti l'intestino a muoversi ed agire con maggior energia (§. 932, 1.°). Schultz pretende (2) che se accresce la forza muscolare del tubo digerente ciò provenga dal cagionar dessa un soggiorno più prolungato del chimo nel suo interno; ma le leggi generali

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *De alimentorum concoctione, p. 108.*

dell' eccitamento somministrano una spiegazione più giusta del fenomeno. L' argomento non fu neppur collocato sotto un aspetto favorevole pei partigiani di certe ipotesi dinamiche sopra la cooperazione della bile alla digestione. Per tal guisa Grimaud (1) pretende essere un liquido impregnato di vita quello che proviene da una fermentazione specifica e vivente, e che per conseguenza altresì possiede un modo di azione affatto speciale. Schultz la crede egualmente atta a compiere la distruzione delle proprietà fisiche degli alimenti, ed a far predominare la direzione comunicata verso una formazione organica determinata (2). D'altra parte, Trottenbacher (3) pretende che essa non operi sulla formazione del chilo, ma che attragga il superfluo della nutrizione, si combini seco, e lo renda incapace di nuocere all' organismo, opinione, la quale spiegherebbe come avvenga tale effetto salutare, paragonabile a quello di un contravveleno.

2.° Le teoriche chimiche generali lasciano altresì molto a desiderare. Ammetteva Saunders che la bile si oppone, mediante la sua resina, alla decomposizione spontanea degli alimenti tratti dal regno animale, e mediante la sua amarezza alla loro putrefazione. Medesimamente Leuret e Lassaigue (4) dicono che essa fa cessare la fermentazione, operando la neutralizzazione; Gmelin, che essa osta alla decomposizione putrida (5); finalmente Eberle (6), che, mediante la sua resina ed il suo acido grasso, essa rallenti la decomposizione del chimo, la quale senza, di essa, progredirebbe troppo rapidamente. Ma il chimo acidificato dai succhi gastrico ed intestinale ha poca tendenza alla putrefazione, e gli escrementi bianchi degli itterici non portano i segni di inoltratissima decomposizione. La bile, impiegata a titolo di medicamento in certi casi d'ingorgo e d'induramento, opera come dissolvente, e forse si comporta egualmente riguardo alla porzione ancora solida degli alimenti; le sostanze che escivano per un ano artificiale sembravano realmente meno dolci quando succedeva loro di non contenere bile, ed esse lasciavano sul filtro un risultato molto più abbondante di quando erano mescolate colla bile. Ma siccome i succhi digerenti acidi possiedono altresì la facoltà dissolvente, devesi presumere che la bile serva ad attaccare le materie che loro resistono. Attribuiva Haller già a questo liquido la proprietà di mescolare il grasso

(1) *Corso di fisiologia*, t. II, p. 251, 273.

(2) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1826, p. 522.

(3) *Der Verdauungs process*, p. 28, 50.

(4) *Loc. cit.*, p. 193.

(5) *Handbuch der Chemie*, p. 1517.

(6) *Physiologie der Verdauung*, p. 314.

coll'acqua, e di produrre così il chilo, cui considerava quale emulsione (1). Leuret, Lassaigue e Gmelin la dicono altresì incaricata di disciogliere il grasso, od almeno di porlo in istato di sospensione tale che ne renda più facile l'assorbimento. Riproducendo Demarcay (2) la opinione dei chimici antichi, dichiarolla affatto di recente una specie di sapone composto di soda e di un acido grasso particolare, a cui dà il nome di coleico. Le stesse osservazioni microscopiche (§. 941), fatte sopra la digestione artificiale, parlano egualmente in favore di nn' azione analoga a quella che esercitano i saponi. Ma la destinazione propriamente detta della bile non può mica essere di disciogliere il grasso, giacchè altrimenti essa servirebbe soltanto in alcuni casi particolari, quelli della ingestione di alimenti grassi, e sarebbe senza scopo negli animali erbivori. Forse il suo potere dissolvente è diretto contro sostanze inerenti al tubo intestinale. Credeva Saunders che le sue parti saponose servissero a combattere la viscosità delle materie escrementizie; ma, secondo Matteucci (3), l'albumina prodotta a spese degli alimenti dall'acido del succo gastrico, e che si compone di fiocchi e di globetti, abbisogna, per poter essere assorbita, che l'alcali della bile e del succo pancreatico la faccia passare allo stato liquido.

3.° Il più evidente è la neutralizzazione dell'acido (§§. 945, 4.°; 946, 3.°). Silvio ammetteva (4) che la bile separi il chilo dagli escrementi trionfando dall'acido del succo pancreatico, e taluni de' suoi successori pretesero aver osservato, nelle vivisezioni, una vera effervescenza al momento in cui i due liquidi si mescolavano insieme. Siccome la presenza di un acido libero, nel succo pancreatico, non si confermò, si riconobbe generalmente, fin dal tempo di Haller (5), che l'azione della bile era diretta contro l'acido del chimo. Ma due teorie opposte furono proposte relativamente alla maniera con cui compiesi la disacidificazione; secondo la prima, essa risulta dalla ossidazione della materia biliare, e produce così la formazione del chilo; secondo l'altra, essa consiste nella neutralizzazione dell'alcali, e non ha per risultato la nuova formazione di sostanza organica.

4.° Autenrieth (6) erasi formato la seguente opinione, colla scorta delle ricerche di Werner, Reuss ed Emmert. La materia biliare (§. 826)

(1) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 608; t. VII, p. 74.

(2) *Annali di chimica*, t. LXVII, p. 177.

(3) *Froriep, Notizen*, t. XL, p. 131.

(4) *Haller, Elem. physiol.*, t. VI, p. 447.

(5) *Ivi*, p. 609.

(6) *Handbuch der empirischen Physiologie*, t. II, p. 98.

ha molta affinità per l'ossigeno; essa lo attrae eziandio all'aria libera, ed il risultato della sua combinazione con esso è la resina biliare. La bile opera adunque sopra diverse sostanze disossigenandole; compartisce il color venoso al sangue arterioso, e si oppone alla sua coagulazione; ma rende al sangue la sua coagulabilità quando esso la perdette per l'addizione dell'acido acetico, nella guisa stessa che quest'ultimo fa coagulare il sangue mantenuto liquido dalla bile. Allontana essa altresì la fermentazione acida dalle sostanze fermentiscibili, che in conseguenza passano senza intermedio dalla fermentazione alcoolica alla putrida. Ora, allorquando la bile si mescola col chimo, producesi un precipitato di fiocchi bianchi; ned è questo un prodotto già esistente nel chimo, dappoichè l'addizione a questo di un altro acido o dell'alcool, determina un precipitato molto più considerabile. 27 grani di chimo diedero con 14 grani di bile, 3 grani ed $\frac{1}{4}$ di precipitato, mentre che questo non fu che di due grani e $\frac{1}{2}$ operando sulla stessa quantità di aceto e 18 grani di bile; quattro scrupoli di chimo somministrarono, con una dramma di bile, nove grani di precipitato secco, mentre che la stessa quantità di alcool non precipitò da una dramma di bile che 3 grani e $\frac{4}{5}$. Il precipitato bianco proveniva adunque, non già dalla sola bile, ma inoltre dal chimo, ed esso conteneva un terzo di albumina, giacchè dopo essere stato disseccato, la potassa caustica ne discioglieva 4 grani sopra 6 (1). Dopo l'afflusso della bile, il chilo è disacidificato; nei cavalli, la cui bile fluisce nell'intestino goccia per goccia, esso perde il suo acido libero più presto che negli animali provvoluti di vescichetta biliare. Se non giunge bile nell'intestino, per esempio nei bambini colti da tabe meseraica, gli escrementi esalano un odore agro, e l'eccesso di acido si annuncia tanto mediante il rammolimento degli ossi che per mezzo di coagulazioni della linfa. La bile non opera sul chimo per la sua soda, giacchè gli alcali non determinano precipitato in questo ultimo. La sua influenza proviene dall'essere la sua materia biliare ossidata dall'acido del chimo e convertita in resina, la quale scappa dal corpo insieme colle materie escrementizie. Quando la bile fu ossidata mediante la sua esposizione all'aria libera, appena fa essa nascere tracce di precipitato nel chimo, e la resina biliare esaurita dall'alcool non ne determina veruno. Il precipitato bianco è adunque del chilo formato dall'azione reciproca del chilo acido e della bile. Ma esso non si trova per anco che al primo grado di disacidificazione, e si presenta sotto forma solida, perchè la fluidificazione degli alimenti dipendeva dall'acido del

(1) Scherer, *Journal*, t. VIII.

succo gastrico. Una disacidificazione più inoltrata lo fa ripassare allo stato liquido, acciocchè possa essere assorbito. Medesimamente, secondo Senebier, il latte coagulato dal succo gastrico è, in gran parte, convertito dalla bile in un liquido bianco. Le vedute di Ackermann, avevano molto rapporto con quelle di Autenrieth (1), giacchè desse rappresentavano il chimo come convertito in chilo dall'azione disossidante ed idrocarbonizzante della bile. Puossi avvicinarvi la opinione di Prout (2), il quale voleva che l'addizione della bile al chimo svolgesse alcuni gas, neutralizzasse il miscuglio, precipitasse la materia biliare, e formasse albumina. Paragona Schultz (3) l'azione disossidante della bile a quella della luce solare sui vegetabili, e crede che il precipitato risultante non sia chilo, ma certa sostanza appropriata alla formazione del sangue (4).

5.° Secondo Tiedemann e Gmelin (5), l'acido cloridrico del chimo si combina colla soda della bile, la quale fin allora era unita ad acido carbonico e ad acido acetico; precipita esso così dalla bile del muco, una gran parte della materia colorante, del grasso biliare e della resina biliare; il precipitato considerato come chilo da Autenrieth, non è in conseguenza che muco, simile a quello che ottiensì versando un acido qualunque nella bile. Eberle (6) adotta questa maniera di vedere. Ma, nello stabilire che il chimo è disacidificato dalla bile, da cui esso riceve alcuni materiali, sembra essere dessa in contraddizione con la idea, simultaneamente emessa, che la bile non influisca sulla formazione del chilo; e quando si fa osservare che il picromele e l'acido colico di questo liquido non si trovano nè negli escrementi, nè nel chilo, sembra difficile conciliare questo fatto coll'asserzione che il lavoro di cui gli organi digerenti sono incaricati si riduca al passaggio degli alimenti disciolti nel sistema vascolare, senza formazione di veruna sostanza novella. Del resto, la teorica instituita da Autenrieth non fu per anco confutata compiutamente, ed ulteriori ricerche dimostreranno certamente che essa merita di non essere affatto rigettata.

IV. Siamo ancora meno istruiti intorno agli effetti del succo pancreatico che riguardo quelli della bile. Eberle (7) lo suppone analogo al succo intestinale, pel motivo che il pancreas costituisce la continuazione

(1) *Physiologische Darstellung der Lebenskräfte*, t. III, p. 88.

(2) *Loc. cit.*, p. 227.

(3) *Meckel, Archiv*, 1826, p. 510.

(4) *De aliment. concoct.*, p. 108.

(5) *Ricerche sulla digestione*, t. I.

(6) *Loc. cit.*, p. 312.

(7) *Ivi*.

dell'intestino. Ma, ragionando così, si sarebbe eziandio fondati a dire la stessa cosa della bile. E quando Eberle gli attribuisce gli effetti da esso riscontrati sopra il succo pancreatico imitato arteficialmente, dà così lievissima base alla sua teorica, che fortunatamente non contiene nulla di particolare.

1.° Haller (1) pensava che il succo pancreatico serva ad allungare la bile, ed a temperarne l'acrezza, quella specialmente della bile contenuta nella vescichetta, acciocchè dessa non irriti troppo l'intestino, nè determini una progressione troppo rapida del chimo. I suoi motivi erano che il canale pancreatico non s'imbocca in vicinanza del coledoco che negli animali provveduti di una vescichetta del fiele, e che dopo la legatura di questo condotto, o la estirpazione del pancreas, certi cani sono colti da vomiti biliosi, o soffrono gran fame e molta sete. Avendo osservato Werner (2) che la bile allungata coll'acqua determina un precipitato più copioso nel chimo, riguardava come possibile che il succo pancreatico servisse ad allungarlo. Ammette Eberle (3) la stessa cosa, aggiungendo tuttavia, che l'acido acetico di questo succo si combina colla soda della bile.

2.° Krimer (4) attribuisce al succo pancreatico, non solo il potere di neutralizzare e di assimilare, ma inoltre quello di allungare e di sciogliere. Osserva egli che le malattie del pancreas inducono la costipazione ed il dimagrimento, e che, negli animali ai quali lo si estirpò, il chimo rimane nell'intestino, più consistente del consueto e leggermente acido. Secondo Eberle (5), esso serve inoltre a diluire il grasso, ed a ridurlo sotto forma di emulsione, una gran parte dei suoi principii costituenti passa eziandio nel chilo.

3.° Finalmente Tiedemann e Gmelin (6) pensano che per virtù dell'albumina e del cacio, sostanze ricche di azoto (7), cui contiene il succo pancreatico, esso contribuisca all'assimilazione degli alimenti disciolti, e che per tale ragione trovasi il pancreas più voluminoso nei carnivori che negli erbivori.

Qui, come in molti altri punti, non n'è permesso giudicare che

(1) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 451; t. VII, p. 75.

(2) *Scherer, Giornale*, t. VIII, p. 33.

(3) *Loc. cit.*, p. 325.

(4) *Loc. cit.*, p. 63, 96.

(5) *Loc. cit.*, p. 327.

(6) *Loc. cit.*, t. I, p. 394.

(7) *Handbuch der Chemie*, t. II, p. 1517.

mediante le regole della probabilità; ma non rinunciamo alla speranza che nuove ricerche, appoggiandosi sopra i risultati già ottenuti, finiranno col condurci più da lungi.

Se non n'è possibile ben comprendere tutte le particolarità della digestione, se siamo ridotti a congetture per ciò che le concerne, almeno possediamo bastevoli fatti per essere in istato di elevarci ad una vista generale di questa funzione complicata, e comprenderne la essenza.

ARTICOLO III.

Essenza della digestione.

I. FORMAZIONE DI SOSTANZE NOVELLE.

§. 952. La digestione ha per essenziale risultato, non il passaggio degli alimenti nel sistema linfatico, ma la produzione di nuove sostanze.

I. Ogni essere organizzato nutrendosi della sostanza degli altri, puossi essere da ciò condotti ad opinione contraria. Gli animali vivono di altri animali o di vegetali, e questi ultimi trovano i loro mezzi di sussistenza nella terra impregnata di materie animali o vegetabili. Giusta tutto questo, la nutrizione sembra consistere soltanto nella emigrazione della materia organica, la quale, dopo aver costituito per qualche tempo un corpo vivente, va a formare la sostanza di un altro. E siccome il mantenimento della vita dipende dall'afflusso di siffatta materia organica, questa sembra possedere essa stessa l'attitudine a vivere, ed essere la causa di ogni vita individuale, dappoichè si manifesta ovunque sotto forme individuali dietro le quali si nasconde la sua identità. Evvi adunque una vita generale, un legame ed un'affinità di tutti gli esseri viventi; la materia organica si esaurisce quando essa assunse per qualche tempo una forma individuale determinata; per ringiovanirsi, essa emigra, spinta dalla sua tendenza a passare dal particolare al generale; ma rientra subito in altre forme, onde fenomenalizzare di nuovo la vita. Essa è adunque in continua circolazione; gli individui che ne sono i supporti temporarii periscono annualmente, e quando essi servono di nutrimento ad altri, la vita, estinta in essi, si ridesta in questi, sicchè il tutto si mantiene senza cambiamento, in onta delle mutazioni continue delle sue parti.

In questa maniera di vedere, *diventare* è vocabolo vuoto di significato, il quale non esprime una realtà, ma una semplice apparenza; giacchè non avvi che una sola esistenza, ovunque identica ed indistruttibile, la cui

origine non può essere attribuita che ad una forza da gran tempo estinta o ridotta al riposo. Questa ipotesi fondasi adunque sopra una finzione iperfisica, la quale ripugna tanto alla ragione quanto riesce contraria alla esperienza. Tuttavia è dessa costretta ammettere finalmente qualche cosa d'immateriale, la quale determina ovunque le forme particolari, e la cui ammissione rende superflua quella di una materia capace di vivere. L'abbiamo già combattuta mediante argomenti generali nelle sue applicazioni alla generazione, ove essa costituisce i sistemi della panspermia (§. 312) e della singenesia (§. 313). Qui, ci limiteremo osservare che supponendola fondata, l'alibilità di una sostanza organica dovrebbe essere in ragione diretta della sua vitalità, locchè risulta contrario alla esperienza, giacchè il cervello, i polmoni, ed il cuore procurano men nutrimento dei muscoli e degli ossi. Ci occuperemo adunque specialmente di dimostrare che formasi nella nutrizione materia organica novella.

II. Le teoriche materiali che regnavano al tempo di Albino non gli impedirono di ammettere (1) che l'organismo converte la materia estranea in sua sostanza propria. Fece vedere Fordyce che la digestione non consiste nè in una divisione meccanica, la quale lascierebbe intatte le proprietà specifiche, nè in una dissoluzione chimica, dappoichè questa non può nè operarsi mediante un mestruo che sia lo stesso per tutte le sostanze, nè estrarre da queste un prodotto sempre simile; è dessa piuttosto una separazione ed una ricombinazione di elementi, determinate dalla potenza della vita. Coutanceau (2) provò egualmente non essere il chimo una dissoluzione compiutasi in un succo gastrico agente nella stessa maniera sopra tutti gli alimenti, ma il prodotto di una decomposizione e di nuova combinazione, che il chilo o gli escrementi non esistono nel chimo, che il lavoro degli organi non consiste unicamente nel separarli uno dall'altro, e che gli conviene produrli ambidue (3). Concluse Prout dalle sue ricerche (4), che il succo gastrico può, fin a certo punto, trasformare, organizzare e vivificare gli alimenti semplici per la formazione di un chilo omogeneo, e che, per esempio, esso incomincia dal ricondurre l'albumina ad un grado inferiore di formazione. Medesimamente, secondo Schultz (5) la digestione non è altro che una trasformazione progressiva ed uno sviluppo organico, che trionfano compiutamente del carattere chimico degli alimenti;

(1) *Accadem. annotat., lib. III, p. 45.*

(2) *Revisione delle novelle dottrine, Parigi, 1821, p. 10-14.*

(3) *Ivi, p. 30.*

(4) *Medico-chirurgical review, t. XXV, p. 106.*

(5) *De aliment. concoct., p. 99.*

questi si decompongono nello stomaco; la combinazione chimica dei loro elementi è distrutta; sono posti in istato di contrarre nuove combinazioni organiche e dapprima vengono trasformati in certa massa indifferente, che può quindi divenire vivente. Hood si dichiara egualmente (1) per una nuova formazione che succede ad una decomposizione, e Magendie (2) riconosce che, nè l'attrizione, nè la macerazione, nè la dissoluzione non costituiscono la essenza della digestione.

III. La osservazione ne procura il convincimento che l'organismo crea esso stesso i materiali immediati di sua sostanza.

1.° Questi materiali non hanno effettivamente bisogno di trovarsi negli alimenti. È poi osservabilissimo, che la pianta non trae già i materiali che le sono proprii dal suolo in cui essa è impiantata, ma li forma in virtù della sua vitalità. Tuttavia non è men certo che gli animali erbivori e lo stesso uomo producono la loro sostanza speciale, allora eziandio che vivono unicamente di nutrimento vegetabile. Per dir vero, trovansi alcune analogie fra certi materiali dei vegetali e del corpo animale. Ma analogia non è mica identità, e non possiamo ammettere che la sostanza vegetabile si trasformi nella sostanza animale che le è analoga, giacchè questa ultima si forma nel caso stesso in cui la sostanza vegetabile che ha analogia con essa non esiste nel cibo. Non evvi maggior analogia come quella fra l'olio ed il grasso; pure quest'ultimo si produce eziandio senza che l'animale mangi vegetabili oleaginosi, e l'uso di questi ultimi costituisce quanto evvi di meno atto a procurare pinguedine. D'altronde, tutte le sostanze animali non si sviluppano già negli organi digerenti, ed avviene talune, per esempio, la gelatina, che compariscono soltanto più tardi. Diverse sostanze vegetali, fra cui l'amido, non hanno la minima analogia colla materia animale, e tuttavia sono molto nutritive. Medesimamente, alcune sostanze animali, per esempio, l'urea, non hanno nulla che loro sia analogo nel vitto vegetabile. Ora, se l'organismo ha il potere di formare esso stesso i suoi materiali immediati quando non prende che un nutrimento vegetabile, ogni cosa ne induce a credere che esso ha la stessa facoltà allorquando il nutrimento è di natura animale.

2.° Essendo il cibo lo stesso, produconsi composti differenti in corpi organizzati diversi. Nella guisa stessa che crescono gli uni a lato degli altri, nel medesimo suolo, vegetali di cui uno contiene zucchero, un altro olio essenziale, un terzo sostanza narcotica e simili, così l'identico nutrimento

(1) *Analytic physiology*, p. 170.

(2) *Compendio elementare*, t. II, p. 120.

procura una composizione chimica speciale ad ogni sorta di animale, locchè risulta ovunque manifestissimo, ma si appalesa talvolta con caratteri più evidenti. Per simile maniera, sebbene vivano delle medesime sostanze, la puzzola si distingue dalla martora, e la vipera dal colubro; la cantaride e la sfinge del ligustro vivono entrambi sopra il ligustro, e tuttavia la seconda manca del principio vescicatorio posseduto dalla prima. D'altra parte sonvi alcune cose di cui un animale si nutre e che costituiscono un veleno per altri. Alcuni bruchi cibansi dei succhi acri dei vegetabili, dell'euforbia eliscopia, o fico d'Inferno, ad esempio; le api formano miele con piante velenose; certi uccelli mangiano le cantaridi; le capre pasconsi di cicuta, e va discorrendo.

3.° La medesima composizione chimica si sviluppa sotto la influenza di diverso nutrimento. Una pianta che contiene un alcaloide particolare lo presenta sempre in qualunque terreno in cui essa abbia potuto crescere. Così pure i vegetabili parassiti vivono sopra tutti gli alberi indistintamente. Il zibetto carnivoro, il muschio erbivoro, ed il castoreo rosicatore di cortecce, somministrano sostanze, le quali hanno tra loro qualche rassomiglianza, ed ogni specie di cantaridi vive sopra una pianta che le è propria, ma tutte hanno in comune la sostanza dotata di proprietà epispatiche. La differenza di nutrimento non ne induce già una nella sostanza, nè nella organizzazione (§. 936, 3.°, 4.°). Se il nutrimento dello Svizzero si limita a latte e formaggio in estate, quello dell'abitante delle isole del mar del sud al pesce, l'altro dell'Indiano al riso, non ne segue da ciò una diversità corrispondente nella composizione materiale del corpo umano.

4.° La natura dei cibi influisce certamente sopra il modo di nutrizione, ma la sua influenza risulta soltanto subordinata. Siccome una sostanza estranea qualunque è tanto bene assorbita negli organi digerenti (§§. 865, 898, 902), quanto in altri punti della economia (§. 898, 2.° 4.° 6.°), può succedere, mentre che l'organismo forma le sostanze che gli sono proprie, che alcune parti del nutrimento passino con esse nella massa degli umori (§. 865). Avviene forse tal caso quando i frutti contraggono, come dice Senebier, un gusto di letamajo nelle terre che ricevertero troppo concime; quando i polipi, che risultano privi di colore se mancano di alimento, diventano rossi, verdi o neri, secondo il colorito degli animali cui inghiottirono e digerirono; quando scorgesi la stessa cosa nei rotiferi e nella danieli; quando il chirocefalo, immerso in una dissoluzione di carmino o d'indaco, ne assume il colore, dapprima nella sostanza del proprio intestino, poi presto eziandio in quella di tutte le altre parti del suo corpo; quando negli insetti, il colore del sangue contenuto nel vaso

dorsale corrisponde alla diversità del nutrimento; quando, secondo Thaer, la carne e la vivanda dei maiali diviene più soda sotto la influenza delle ghiande, che sotto quella delle faggine, e va dicendo. Si vide il siero del sangue lattiginoso in giovani gatti e cani per anco poppanti, atteso il grasso che era stato assorbito insieme col chilo di nuova formazione; ma non era questo perciò latte, giacchè Mayer non vi trovò materia caseosa, e sebbene egli dica che il liquido rassomigliava a siero di latte, non pretende però che vi fosse disciolto vero zucchero di latte.

In altri casi, una direzione determinata può essere impressa alla formazione dai materiali immediati del nutrimento, sicchè la loro produzione sia modificata di conseguenza, come quando il vino acquista sapor diverso giusta le qualità del suolo, o se essa consiste principalmente in certa sostanza organica egualmente corrispondente, come quando, al dire di Tessier e di Hermbstaedt, le piante contengono più glutine quando la terra fu migliorata con un concime ricco di fosforo e di azoto, come il sangue del bue o gli escrementi umani, mentre esse formano più amido con il letame di cavallo o di vacca, che contiene meno azoto. Finalmente possono pure essere assorbite sostanze, le quali non hanno il minimo rapporto colla nutrizione, anzi, lungi da ciò, riescono ostili alla vita, come accade alle piante che immergonsi nella dissoluzione di solfato di rame di assorbirne molto, e di morire così in pochi giorni, e come le estremità delle loro radichette assorbono specialmente i veleni con facilità quando il loro tessuto è disorganizzato.

IV. Fra i materiali immediati se ne vede comparire qua e là taluni, nel corpo organizzato, cui non ritrovansi negli alimenti, o che vi sono in troppa piccola quantità perchè si possa derivarli da questa sorgente. A dir vero, può benissimo accadere che il numero dei corpi semplici sia più limitato di quanto ne lo dice la chimica di oggidì, e che l'organismo abbia la facoltà di produrre, coi veri elementi, certe sostanze inorganiche, alla decomposizione delle quali i chimici non sono ancora pervenuti. Tuttavia la cosa non può essere provata fin tanto che si sarà in diritto di sospettare gli stessi fatti, e di congetturare che le sostanze indecomponibili, le quali furono riscontrate nel corpo organizzato erano state inavvertite negli alimenti e si introdussero per altre vie. Ma è certo che le proporzioni di queste sostanze, per quanto variano nelle sostanze alimentari, l'organismo le crea sempre secondo la proporzione che gli è particolare. Se Montegre ingannossi volendo ridurre l'azione dello stomaco ad un assorbimento vitale ed elettivo, dobbiamo figurarci il ristabilimento di una proporzione determinata delle sostanze semplici sotto la immagine di un' attrazione

elettiva, in virtù della quale la sostanza organica prende, da ciascuna delle materie che le sono offerte, precisamente quanto le occorre per la sua saturazione. Ma questa affinità elettiva è determinata dal tipo che appartiene particolarmente a ciascun organismo.

1.° Sebbene i principii costituenti inorganici dei vegetali corrispondano, generalmente parlando, a quelli del suolo, pure essi vi si trovano, gli uni riguardo agli altri, in una proporzione differente da quella che tengono nel seno della terra (1). Ogni pianta contiene una quantità che le è propria di sali e di terre, sia qual si voglia il terreno da cui trasse il suo nutrimento. Per tal guisa il senape contiene zolfo, il tabacco, nitro, e via parlando. Lampadio (2) seminò orzo in terra vegetabile, terra calcare, sabbia quarzosa pura, argilla da vasaj e magnesia bianca, aggiungendo ovunque letame di vacca; le ceneri dei semi sviluppati in questi diversi suoli contenevano le stesse terre ed i medesimi sali con piccolissime differenze soltanto sotto l'aspetto della quantità. Quelli di stoppia germogliati nella terra calcare diedero:

silice	0,0700
carbonato di potassa	0,0160
ossido di manganese	0,070
— di ferro	0,042
argilla	0,020
perdita	0,008
	1,000.

Trovò Einhof (3), nelle ceneri dei coni di pini che crescevano di mezzo ad una sabbia pura, senza traccia di calce:

carbonato calcareo		0,65
carbonato	} di potassa	0,24
solfato		
idrociorato		
allumina	}	0,06
magnesia		
silice		0,04
ferro		0,01
		1,00.

(1) Raspail, *Nuovo sistema di fis. vegetale*, Parigi, 1837, t. II, p. 592.

(2) *Sammlung praktisch-chemischer Abhandlungen*, t. III, p. 190.

(3) Gehlen, *Journal der Chemie*, t. III, p. 563.

Alcuni licheni gli somministrarono egualmente molta calce, sebbene il suolo non ne contenesse. Medesimamente, secondo Braconnot (1), alcune piante racchiudevano grandissima quantità di potassa, sebbene la terra in cui esse crebbero non ne somministrasse veruna traccia all'analisi più minuziosa. Dell'orzo che aveva germogliato nel carbonato di ferro, non conteneva, secondo John, più ferro di qualunque altra pianta, ma vi si scopriva carbonato e fosfato di calce (2). Alcuni giacinti allevati nell'acqua distillata, con carbonato di soda, non contenevano soda, ma potassa allo stato di sale, e, come per solito, un acido libero (3); certi elianti allevati nella sabbia, con carbonato di soda, contenevano nitrato di potassa (4). Trovò John (5), in licheni che vegetavano sulla sommità di abeti, lungi per conseguenza dal suolo ferruginoso, una quantità considerabile di ferro, e degli elianti (6) che erano stati allevati nella sabbia, col carbonato di rame, gli presentarono ferro. Delametherie aveva già osservato analoghi fenomeni sopra piante, le quali vegetavano nell'acqua pura. Alcuni vegetali cui Doubray (7) aveva allevati nel solfato di stronziana in polvere, od innaffiati con lieve soluzione di nitrato di stronziana, contenevano calce e niente di stronziana. Credeva Crell (8) aver osservato che le piante crescenti nell'acqua distillata e nell'aria rinchiusa, producessero carbonio sotto la influenza della luce solare; così, ad esempio, in una delle sue esperienze, una cipolla diede 64 grani di carbonio, ed un'altra della stessa grossezza, allevata in pari modo, ne somministrò 109 grani nello spazio di cinque mesi, sebbene l'aria dell'apparato non potesse contenere appena 0,08 di grano di tale sostanza. Quand'anche le commisure dell'apparato non fossero state impermeabili all'aria, sebbene circondate da doppia vescica, non segue meno da queste esperienze che le piante attraggono potentemente dall'atmosfera la quantità di carbonio necessaria al loro accrescimento. Sembra essere lo stesso riguardo all'azoto; le piante l'attraggono ordinariamente dalla terra vegetabile; ma esse ne contengono anche quando crebbero in suolo che n'era sprovvisto, sicchè in simile caso esse devono averlo attratto dall'atmosfera.

2.° Il corpo animale mantiene egualmente la proporzione de' suoi

(1) *Gehlen, Neues Journal der Chemie, t. IX, p. 134.*

(2) *Ueber die Ernoehrung der Pflanzen, p. 260.*

(3) *Ivi, p. 170.*

(4) *Ivi, p. 183.*

(5) *Ivi, p. 75.*

(6) *Ivi, p. 271.*

(7) *Froriep, Notizen, t. XLV, p. 193.*

(8) *Schweigger, Giornale, t. II, p. 281.*

principii immediati, e, sotto tale aspetto, esso si mostra fin a certo punto indipendente dagli alimenti. L'acido acetico, la potassa e la silice predominano proporzionalmente nei vegetabili, mentre negli animali che nutronsi di questi corpi organizzati predominano l'acido fosforico, la soda e la calce. Osserva Cameron (1) che il sangue dei pesci o degli uccelli pelagiani non contiene maggior copia di sale di quello degli animali che fanno servire al proprio nutrimento l'acqua dolce. La quantità di calce aumenta nell'uovo di gallina durante la incubazione (§. 465, 5.^o), come osservò tra gli altri Abernethy. Vauquelin nutrì una gallina per dieci giorni, con 483,8 grammi di avena, poi cercò quanta terra eravi in egual quantità di questo grano, come pure negli escrementi evacuati ed i quattro uovi partoriti durante questo tratto di tempo; ecco il risultato da esso ottenuto:

	NELL' AVENA.	NEGLI EScrementI.	NELLE UOVA.
Silice	9,342	8,067	0
Fosfato calcareo	5,944	11,944	0
Carbonato calcareo	0	2,547	19,744.

L'animale aveva adunque reso 1,275 grammi di silice di meno di quanta ne conteneva i suoi alimenti, con 6 grammi di fosfato e 22,291 grammi di carbonato calcareo di più che questi ne contenessero. Secondo Doubray (2) certe galline di faraone, a cui avevasi tolto qualunque altra specie di terra, inghiottirono stronziana, e partorirono uova la cui conchiglia conteneva poca stronziana, e presentò più tardi poca o niuna terra. Avendo assoggettato Macario (3) all'analisi elementare gli escrementi ed il chilo di un cavallo nudrito esclusivamente di vegetali, e dei cani i quali, da molti giorni, non avevano mangiato quasi altro che carne, trovò:

	CHILO.		EScrementI.	
	dei cani.	del cavallo.	dei cani.	del cavallo.
Carbonio	552	550	419	386
Ossigeno	259	268	280	290
Idrogeno	66	67	59	66
Azoto	110	110	42	8
Sostanza inorganica e ter- rosa, o perdita.	23	15	200	250

(1) *New theory of the influence of the variety in diet*, p. 64.

(2) *Loc. cit.*, p. 200.

(3) *Annali di chimica*, t. LI, p. 376.

Per tal guisa, sotto la influenza del nutrimento animale, gli escrementi contenevano più carbonio e molto più azoto, con meno ossigeno, idrogeno e sali, che sotto quella del nutrimento vegetabile. Ma il primo aveva somministrato al chilo alquanto men ossigeno ed idrogeno, alquanto più carbonio, ma non più azoto del secondo. Fa osservare eziandio Berzelio (1) che il sangue di bue è meno combustibile di quello dell'uomo, e che quando lo si arde lentamente all'aria libera, dà carbonato di ammoniaca, locchè prova contener desso più azoto. Ora, evvi bensì azoto nel glutine, nell'albumina vegetabile, e secondo Gay-Lussac, in tutti i grani; ma non puossi dubitare essere questo elemento meno abbondante nella carne. Dunque, dappoichè il chilo ne contiene tanto od anche più dopo il nutrimento vegetabile che dopo il nutrimento animale, bisogna, o che l'organismo s'impossessi più compiutamente della quantità men considerabile di azoto esistente negli alimenti, o che esso ne attinga nell'aria atmosferica; se quest'ultimo effetto non accade mediante la respirazione (§. 972, 5.^o), la sorgente dell'eccesso di azoto dovrebbe essere l'aria mescolata coll'acqua introdotta negli organi digerenti. Una circostanza tende a far credere che gli erbivori fanno passare più compiutamente nel loro chilo la quantità men grande di azoto dei loro alimenti, ed è che, giusta la esperienza precedentemente riportata, gli escrementi del cavallo, a cui sono tuttavia mescolati i liquidi digerenti azotati, contenevano appena ancora un quinto dell'azoto esistente in quelli dei cani. Puossi, fin a certo punto, citare in appoggio un'osservazione di Boussingault (2), dalla quale risulta che la porporzione degli elementi era la seguente negli 8392 grammi di avena e di fieno che un cavallo consumò in tre giorni, e nei 3525 grammi di escrementi cui rese durante questo tratto di tempo.

	CARBONIO.	IDROGENO.	OSSIGENO.	AZOTO.	SALI.
Foraggio	965	114	754	37	130
Escrementi	387	61	337	22	163
					grammi.

Pretende Gannal (3) che la porzione azotata dei vegetali non sia assimilata nel corpo animale, e che una vacca evacui, mediante il latte,

(1) *Schweigger, Giornale, t. XII, p. 305.*

(2) *Annali di chimica, t. LII, p. 110.*

(3) *Rendi-conti ebdomadarii delle sedute dell'Accademia delle scienze, t. VII, p. 1157.*

la urina e le egestioni, dieci volte più azoto di quello che ne prenda mediante il foraggio. Confrontò Hermann (1) il contenuto dello sterco che tre fanelli evacuarono nello spazio di 48 ore, con quello di una quantità di canapuccia pari all'altra che essi avevano consumata durante lo stesso tratto di tempo, ed ottenne il risultato seguente in dieci millesimi.

	CENERI.	IDROGENO.	CARBONIO.	AZOTO.	OSSIGENO.
Canapuccia	600	542	5600	1053	2205
Escrementi	2200	605	3740	1180	2275.

II. DECOMPOSIZIONE.

§. 953. La formazione di sostanza nuova suppone la decomposizione della materia data. La materia organica deve aver perduto i suoi caratteri proprii, essere stata spogliata della indipendenza che possiede per virtù di sua partecipazione alla vita, onde poter servire alla nutrizione di altro organismo ed essere da esso assimilato.

I. Non è la materia vivente, ma la materia che fu vivente, quella che serve alla nutrizione.

1.° I vegetali nutronsi di materia organica decomposta, nella quale i principii immediati sono più o meno disciolti, sicchè i loro elementi contrassero nuove combinazioni. Allorquando il succo di letame fresco entra in immediato contatto colle radici, nuoce all'accrescimento delle piante, giusta le osservazioni di Senebier; esso abbisogna, per agire come nutrimento, di essere stato preventivamente trasformato dalla putrefazione, di avere svolto acido carbonico ed idrogeno carbonato. Vide John (2) perire grani seminati nella silice in polvere, con potassa ed albume di uovo fresco; nè germogliavano se non quando quest'ultimo era già putrefatto.

2.° Mentre che qui la materia organica non opera come alimento se non quando essa trovasi sul punto di rientrare affatto nel seno della natura organica, sicchè la pianta ha le sue radici immerse in una sostanza intermedia fra l'organica e l'inorganica, e lega insieme i due regni, l'animale vive di sostanza organica fresca, nella quale i materiali immediati esistono ancora, e tiene in conseguenza le sue radici immerse nel regno organico. L'individuo di cui la materia è destinata a servire di nutrimento, deve essere stato ucciso, aver perduto la sua individualità e la sua indipendenza;

(1) Gilbert, *Annalen*, t. CVIII, p. 299.

(2) Ueber die Ernährung der Pflanzen, p. 237.

senza di ciò non evvi nutrizione; giacchè il carattere della vita è la conservazione di sè stesso, e gli entozoari prodotti negli organi digerenti, gli insetti od i rettili introdotti accidentalmente in queste vie, non sono digeriti che quando cessarono di vivere. I soli animali e vegetali delle classi inferiori possono vivere come parassiti sulla superficie e nell'interno di altri vegetali ed animali viventi; la loro nutrizione accade mediante la morte parziale dell'organismo che li sopporta; questo si mantiene fin tanto che non perda con ciò di più di quanto per le escrezioni ordinarie, che ha il potere di riparare del continuo le perdite cui soffre, o che queste perdite lo liberano soltanto dei prodotti esuberanti di sua ricca plasticità.

3.° La masticazione e la insalivazione sono la continuazione di quest'opera di distruggimento o di porre a morte, che prepara e favorisce la digestione. L'avena che sfugge all'azione triturante dei denti del cavallo, esce insieme cogli escrementi, senza essere stata digerita; quando si somministra a quest'animale avena pesta, puossi, secondo Sprengel, risparmiare un sesto di quella che si suole fargli mangiare. Negli uccelli che inghiottono grani intieri, la sabbia che questi animali introducono egualmente nel loro stomaco, sembra favorire la digestione nella stessa maniera. La cozione distrugge ancora meglio la vita, ed agevola per ciò stesso la digestione delle sostanze organiche. Si trovò che bisognava un terzo meno di avena al cavallo, allorchando gliela si dava bollita.

II. Si effettua sempre, nella digestione, certa decomposizione ed un distruggimento delle combinazioni dapprima esistenti. Gli alimenti stessi la cui sostanza si avvicina maggiormente all'organismo cui devono nutrire, non passano nel sangue senza lasciare residuo; il sangue caldo, il brodo grasso, il latte, le uova, non sono digeriti, senza somministrare escrementi, in conseguenza senza essere decomposti; essi non nutriscono bastevolmente se non in quanto sono esposti, nello stomaco e nell'intestino, all'azione decomponente dei succhi digerenti; se, essendo ostruite le vie ordinarie, si somministrano per clistere, essi sostengono la vita soltanto in modo incompiuto e per breve tratto di tempo, quantunque l'intestino crasso sia la sede di attivissimo assorbimento. Infatti la vita non consiste già nel ricevere dall'esterno, ma bensì nel formare, nel produrre sè stessa.

Abbiamo un'altra prova della trasformazione che comporta la materia in questa circostanza che certi veleni, la cui azione si appalesa con forza quando mescolansi col sangue, rimangono poco o niente attivi quando li riceva l'organo digerente; tale è il caso del veleno della vipera (1), del

(1) *Meckel, Deutsches Archiv, t. III, p. 639.*

virus della rabbia (1), del veleno delle epizoozie carbonose (2), della peste (3) e della sifilide. Nei vegetali, rinvengonsi i materiali inorganici cui trassero dal suolo, ma cambiati di stato, ed in parte mescolati con altre sostanze cui il suolo non contiene; per tal guisa alcune piante nudrite nella sabbia con azotato (4) di manganese, diedero manganese, senza acido azotico; altre, allevate nello zolfo, con acqua distillata, contenevano solfati; altre ancora, le quali avevano germogliato nella sabbia e nel nitro, somministrarono all'analisi nitro e cloruro di potassio (5); altre finalmente che vennero allevate nella sabbia, con alquanto potassa, contenevano cloruro di potassio, solfato di potassa e fosfato di calce (6).

III. ALIMENTI.

§. 954. È l'alimento certa materia, la quale contiene le materie elementari del corpo da nutrirsi in certo equilibrio, e d'altra parte in uno stato di combinazione facile a distruggersi. Non deve quindi avere qualità chimiche troppo energiche che lo rendessero capace o di ledere l'organismo, o di agire sopra di esso soltanto in modo irritante; deve essere neutro sotto l'aspetto della sua composizione, ed indifferente riguardo alla eccitabilità dell'organismo. Bisogna, inoltre, che i suoi elementi non siano troppo fortemente insieme connessi, e che li caratterizzi una grande facilità a decomporisi.

I. Una materia risulta tanto più decomponibile, quanto meno omogenei sono i suoi principii costituenti, ed essi hanno maggior tendenza a dissociarsi. Sostanze semplici, come il fosforo e simili, non possono servire sole alla nutrizione; ma associate ad una materia composta, da un lato favoriscono la decomposizione di quest'ultima, facendo nascere nuovi rapporti di affinità e sollecitando l'azione vitale; d'altro lato esse passano nel chilo col prodotto della digestione. Le sostanze organiche non operano come ingrasso, dicono Thaer ed Einhof (7), che durante la putrefazione e la decomposizione; il letame animale è più attivo del letame vegetabile, perchè contiene una combinazione più complicata di sostanze, ed in

(1) *Froriep, Notizen*, t. V, p. 160.

(2) *Foderè, Saggio di fisiol. positiva*, t. III, p. 68.

(3) *Haller, Elem. physiol.*, t. VII, p. 58.

(4) *John, Ueber die Ernaehrung der Pflanzen*, p. 270.

(5) *Ivi*, p. 202.

(6) *Ivi*, p. 209.

(7) *Gehlen, Neues Journal*, t. II, p. 290.

conseguenza riesce più decomponibile ; gli escrementi si decompongono con grande facilità, e per ciò stesso convengono più che ogni altra sostanza al nutrimento delle piante ; sotto questo aspetto, le egestioni degli animali carnivori hanno la preminenza sopra quelle degli animali erbivori, perciò che desse sono specialmente più ricche di azoto. La fertilità di un terreno dipende eziandio dal contenere esso oltre i rimasugli di sostanza organica, dell'argilla, della calce e della magnesia, del ferro, della potassa, del cloro, dell'acido fosforico e dell'acido solforico. Pensava Haller (1) che, come i succhi della terra danno alla cannella il suo aroma, alla camedele il suo zucchero, al giusquiamo il suo veleno, così pure, negli animali, i succhi mucosi sono tratti dalle erbe, i gelatinosi dalla carne, ed i grassi dalla farina o dal grasso. Ammette Berzelio egualmente il cibo consistente in una sola sostanza non è atto a sostenere la vita, pel motivo che quanto abbisogna di essere riparato nel corpo essendo di natura diversa, non potrebbe essere riparato a spese di una sola ed unica materia (2). Pretende Cameron (3), nello stesso significato, che il tratto di tempo dopo cui bisogna prendere altro nutrimento, corrisponda a quello durante il quale il corpo animale perdette quello fra suoi principii costituenti la cui restituzione gli è necessaria e che deve essergli somministrata da questo differente alimento. Ci torna però impossibile, allorquando ponderiamo bene i fatti precedentemente citati (§. 952, 1.^o-6.^o), considerare il chilo ed il sangue come una collezione di materiali dei diversi alimenti. Berzelio dice la carne nutriente, per ciò che essa contiene fibrina, albumina, osmazomo, acido lattico e sali. Ma queste sostanze non passano indecomposte nel chilo, giacchè quando la forza digerente è insufficiente, per quanto l'assorbimento compiesi con energia, le carni maggiormente facili a digerire ed i consumati più perfetti non nutrono il corpo tanto bene come lo è, nello stato normale della vita, dal vitto vegetabile misto, mancante di tutti questi principii costituenti. L'istinto, che solo potrebbe determinare la scelta degli alimenti capaci di somministrare la sostanza che la economia avrebbe bisogno di riparare, conduce altresì a variare il nutrimento animale, sebbene tutte le vivande abbiano nel fondo la stessa composizione. Vuole Cameron che qualunque alimento, il cui uso esclusivo può sostenere la vita e la sanità, contenga tutti i materiali dell'organismo, e pretende che il latte sia il solo alimento di questo genere, perciò che esso riunisce i principii dell'organismo animale (burro e materia caseosa) e quelli

(1) *Elem. physiol.*, t. VII, P. II, p. 61.

(2) *Trattato di chimica*, t. VII, p. 243.

(3) *Loc. cit.*, p. 21.

dell'organismo vegetabile (zucchero) (1); ma la fibrina, l'albumina, la ptialina e fors' anche l'osmazomo non esistono mica in questo liquido. Considera Boussingault (2) il glutine e l'albumina vegetabile come le sole sostanze alimentari vegetabili, ed esclude l'amido, lo zucchero e la gomma, perchè l'uso esclusivo di tali materie non può mantenere la vita, atteso la mancanza di azoto. Ma, giusta quanto dicemmo altrove (§. 936, IV), siffatto argomento non ha verun valore. Il solo glutine non nutre maggiormente dell'amido; ambidue riuniti nei cereali somministrano un buon nutrimento, e tuttavia vedemmo che l'uso esclusivo dei cereali o della farina non è proprio a mantenere la vita, o non la mantiene che magramente. Ma la farina diviene più nutritiva per l'aggiunta dello zucchero e del grasso, e mentre che l'albumina ed il grasso, isolati uno dall'altro, nutriscono poco, somministrano abbondante nutrizione allorquando sono associati insieme, come nel tuorlo d'uovo. Per tal guisa, sebbene queste diverse sostanze siano composte e decomponibili, esse non servono bastevolmente alla nutrizione se non in quanto sono riunite per modo da formare un miscuglio ancora più decomponibile di ciascuna di esse. L'alibilità sta in ragione diretta dell'attitudine a decomorsi, come questa trovasi in ragione diretta della molteplicità dei principii costituenti, ed ecco ciò che spiega perchè l'organismo non prosperi che sotto la influenza di svariato nutrimento. Così, secondo Eberle (3), l'acido cloridrico solo risolve tanto meglio le sostanze nutrienti in certa massa analoga al chimo, quanto più considerabile è il numero di queste diverse sostanze che possono associarsi le une colle altre.

II. Ciò ne conduce naturalmente al quesito di sapere se una sostanza inorganica, i cui elementi sarebbero in un equilibrio facile a sgominarsi, potrebbe altresì servire di nutrimento. Ci sentiamo obbligati a porre tale quesito, giacchè quando diciamo che un essere organico non può vivere che di materie organiche, stabiliamo una serie senza principio; gli esseri organizzati non potrebbero allora essersi sviluppati in conformità delle leggi della natura, fuori del dominio della quale converrebbe andar a ricercare la loro origine, ciò che dobbiamo respingere quale finzione iperfisica.

I corpi naturali sono fin a certo punto decomponibili. Il termine della loro decomposizione trovasi agli elementi, i quali non sono più suscettibili di ridursi in altre sostanze, che possiedono certe proprietà fondamentali,

(1) *Loc. cit.*, p. 19, 33.

(2) *Annali delle scienze naturali*, 2.a serie, t. VI, p. 373.

(3) *Physiologie der Verdauung*, p. 73.

e che, mediante i loro diversi modi di associazione, producono le forme svariate della materia. Ora deve esservi più di un elemento, giacchè se non ne esistesse che uno solo, il quale producesse tutto, la materia godrebbe di un'attività spontanea assoluta, sarebbe dessa assolutamente vivente, puramente spirituale, locchè implicherebbe contraddizione; d'altronde, è facile convincersi che non avvengono mutamenti nella materia se non per un conflitto di forze; senza antagonismo di sostanze differenti, non erri operazione chimica possibile. Ma la operazione chimica maggiormente penetrante è la combustione, la riduzione alla unità di certa sostanza animata dalla elettricità negativa e di altra sostanza possedente la elettricità positiva. L'ossigeno solo è l'elemento sempre ed assolutamente negativo. Le sostanze fisiche indecomposte che si comportano positivamente riguardo ad esso sono numerose; nel primo ordine fra esse si colloca l'idrogeno, cui possiamo considerare come l'elemento basico per eccellenza, giacchè sorpassa tutti gli altri corpi in infiammabilità; dà esso una fiamma chiara, ed allorquando lo si abbrucia con otto volte il suo volume di ossigeno, esso convertesi, non già in un acido, ma in certa sostanza neutra, l'acqua. In niuna parte il carattere di generalità della materia, risultante dalla combinazione di elementi opposti in un tutto indifferente, non si esprime in modo maggiormente perfetto come nell'acqua. L'acqua, sprovvista di colore, di odore e di sapore, ammette in essa le sostanze più diverse, le quali scompaiono in quanto alla forma, senza comportare mutamenti nella loro essenza, affatto come essa stessa sparisce senza perdere le sue proprietà quando entra nei corpi solidi allo stato di acqua di cristallizzazione, od in corpi gassosi allo stato di vapore. Tutti i corpi organizzati abbisognano di ammettere immediatamente acqua nella loro sostanza (§. 937, 1.º); è questo un fatto positivo; ma sarebbe eziandio possibile che essi la decomponessero, che ponessero in libertà i due elementi opposti, la cui unione la costituisce, che essi gli incatenassero subito in maniera conforme alla loro propria natura, e che producessero così la loro propria sostanza. Quindi l'acqua fu in ogni tempo considerata da alcuni fisici come l'alimento primordiale; tale era l'opinione di Talete, di Vanelmonzib, di Boyle, di Eller, di Rumford, di Lichtenberg (confronta il §. 465, 5.º).

1.º I fatti superiormente riportati (§. 937, 3.º) provano la possibilità che le piante si nutrano di acqua pura ed anche di acqua distillata. Ma, l'importante poi è, che la sostanza vegetabile così formata sotto la influenza dell'acqua sola, presentava i principii costituenti ordinarii. Duhamel (1),

(1) *Storia dell' Accad. delle scienze*, 1748, p. 275.

distillando piante cui aveva allevato nella sola acqua, ottenne gli stessi prodotti che somministrarono quelle le quali avevano germogliato nel suolo; giacinti allevati nell'acqua distillata, somministrarono ad Eller (1) infinitamente più cenere di quanta potè provenirne dalle loro cipolle. Trovò Abernety nella cenere di cavoli cui aveva fatto germogliare sotto flannela imbevuta di acqua, carbonato di potassa, calce e ferro; steli di menta pepata, pesanti trenta grani, cui pose nell'acqua distillata, diedero dopo avervi germogliato, ceneri contenenti egualmente potassa, calce e ferro. Secondo Schrader, gambi di orzo e di segala germogliati nel fior di zolfo, innaffiato di acqua distillata, diedero cinque volte più terra dei semi che gli avevano somministrati. Le piante che Braconnot ottenne da 2,2 grammi di seme di senape, seminati nel litargirio con acqua distillata, diedero 4,2 grammi di ceneri, in cui l'analisi comprovò la presenza della calce, della magnesia e della silice (2). Riconobbe altresì Daubeny, come cosa probabilissima (3), che i vegetali producano essi stessi i principii terrosi che sono loro proprii, allorquando non possono trarli dall'esterno, atteso che quelli che erano cresciuti nel solfato di stronziana contenevano molto più calce dei semi da cui provenivano. Del resto, Agardh (4) trova tanto più verisimile il risultato che procede da questa osservazione, che i grandi alberi hanno le loro radici ad una profondità ove essi non trovano che acqua, che il suolo contiene di frequente allumina di cui non si rinvencono quasi mai tracce nelle piante, e che finalmente scopronsi nei semi dei fosfati, i quali non esistono nè nelle radici nè negli steli.

2.º Aveva osservato Boyle che una zucca, crescendo, aumentava molto più di peso di quello che perdesse del proprio la terra cui le serviva di suolo. Piantò Vanelmonzio un ramo di salice, pesante cinque libbre, in un vaso contenente 200 libbre di terra, coperse questa con un pezzo di latta forata, e la bagnò in parte coll'acqua distillata, in parte coll'acqua di pioggia; dopo cinque anni, il salice, prescindendo dalle foglie cadute durante questo tratto di tempo, era aumentato di 164 libbre, e la terra non aveva perduto che due libbre del suo peso. Seminò Eller (5) una semenza di zucca in 15 libbre e 10 oncie di terra; la pianta che ne provenne pesava, coi suoi frutti, 23 libbre 4 oncie e mezzo, e diede più di cinque oncie di ceneri, mentre che la terra non aveva perduto che

(1) *Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1746, p. 46.

(2) *Gehlen, Giornale*, t. IX, p. 134.

(3) *Froriep, Notizen*, t. XXXIX, p. 337.

(4) *Allgemeine Biologie der Pflanzen*, p. 142.

(5) *Loc cit.*, p. 45.

mezz' oncia, la quale fors' anche potè essere stata portata via dal vento. Sebbene queste osservazioni non abbiano potuto eseguirsi con tutta la desiderabile precisione, i loro risultati si accordano tuttavia con quelli delle esperienze che fecero vedere, contenere le piante i principii che loro propriamente appartengono, benchè questi non esistessero nel suolo, ed esse stabiliscono che la sola acqua contribuisce a formare la sostanza vegetabile. Certe crittogame, per esempio, le alghe, nuotano liberamente nell'acqua. La lente acquatica è sola in tal caso tra le fanerogame; le altre immergono le loro radici nel suolo, il quale sembra, come ammettevano fra gli altri Eller e Fordyce, servire principalmente a dividere e decomporre l'acqua. Siffatta decomposizione può essere paragonata a quella che opera il galvanismo; la radice entra in rapporto di elettricità col suolo, e decompone l'acqua che trovasi fra essa e questo.

3.º Presume Braconnot (1) che l'acqua posseda eziandio la principale azione nella digestione, presso gli animali, per ciò che la vita può mantenersi per qualche tempo senza nutrimento solido, e le sostanze maggiormente nutritive sono quelle che contengono più acqua, allo stato di divisione necessaria perchè compiasi la sua decomposizione. Le osservazioni da noi citate (§. 937, 3.º) sembrano favorevoli a questa ipotesi. Si si domanda eziandio se la terra ammessa negli organi digerenti (§. 937, IV) non può agire, a favore della nutrizione, nella guisa stessa che essa lo fa nei vegetali. Il lavoro della nutrizione è una manifestazione della vita che appartiene in comune alle due sezioni del regno organico; esso deve quindi essere ovunque identico, quanto al fondo, e non variare che in ragione dei differenti gradi della vita. Mentre che negli esseri organizzati inferiori, ove tutti gli atti sono più semplici, ed ove essi tendono tutti alla produzione di materia organica, la forza plastica è tanto potente da decomporre e trasformare l'acqua quando essa entra in contatto con un corpo solido, gli organismi superiori, la cui vita e le formazioni sono più svariate, abbisognano per ciò di una sostanza organica, la quale si avvicini maggiormente ad essi, che racchiuda per lo meno tre elementi, e che subisca, insieme coll' acqua, la decomposizione e l'assimilazione. Siccome essi nutronsi di materia organica, la loro vita non si mantiene che per la vita; la vita vegetabile crea, cogli elementi, della materia organica, la quale abbisogna soltanto di comportare una metamorfosi per divenire sostanza di un organismo animale.

(1) *Loc. cit.*, p. 143.

IV. FORZA DIGESTIVA.

§. 955. Quello che digerisce è l'organismo vivente, o, con altre parole, la digestione ha la sua causa essenziale, non già in questa o quella parte, in questa o quella circostanza, ma nella vita del tutto. Essa non è solamente dipendente dalla vita, nel senso che la secrezione ed il movimento dello stomaco risultano dall'azione del sangue arterioso e del sistema nervoso, in conseguenza altresì sono soggetti alla circolazione ed alla respirazione (1), giacchè è dessa che rende possibili queste ultime funzioni, e giusta tutto ciò essa troverebbesi collocata sotto la dipendenza dei suoi proprii prodotti. Bisogna piuttosto, dappoichè consiste nella formazione di sostanza novella a detrimento di materie offerte all'organismo, considerarla come costituente essenzialmente una manifestazione generale della vita.

I. Esaminiamo dapprima l'ufficio esercitato dall'organismo.

1.º L'organismo, in qualunque luogo che una sostanza solida nutriente sia ammessa nel suo interno, può fluidificarla (§. 908), assorbirla e trasformarla (§. 909), in conseguenza digerirla. Questo fenomeno è possibile fin nei punti del tubo alimentare, in cui, nelle condizioni normali, gli alimenti od i loro residui non sono digeriti, ma soltanto assoggettati ad un movimento progressivo. Allorquando Spallanzani aveva fissato un pezzo di carne nell'esofago di una cornacchia, mediante un filo di ferro, egli accorgevasi che questa carne era stata digerita, lentamente, a dir vero e che la digestione se ne effettuava in pari modo in tutta la estensione del canale (2); una rana scorticata, cui egli fece restare nel mezzo dell'esofago di un airone, mediante fettuccia attaccata al collo dell'uccello e che le impediva di giungere nello stomaco, era talmente rammollita, dopo undici ore, che ritirandola essa lacerossi in pezzi (3). Di 320 grani di polmone di vacca, trattati in pari modo, non ne rimanevano più che 118 in capo a sette ore (4). Introdusse Hood (5) nel retto di un cane un pezzo di montone abbrustolito, impolverato di poco sale; dopo undici ore di soggiorno, la superficie di questo pezzo era ridotta in certa massa saponosa, bruno-biancastra, e non rimaneva più nell'interno che pochissime fibre. Nelle esperienze

(1) Tiedemann e Gmelin, *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 371.

(2) *Opere*, t. II, p. 479.

(3) *Ivi*, t. II, p. 504.

(4) *Ivi*, t. II, p. 505.

(5) *Analytic physiology*, p. 164.

precedentemente citate (§. 908, 2.^o), questo fisiologo osservò che la carne introdotta nel tessuto cellulare sotto cutaneo si dissolveva con molta maggior prontezza allorquando la ferita della pelle era già infiammata di quando la ferita era stata praticata da poco; l'accrescimento della vitalità aveva dunque contribuito ad accelerare il fenomeno. Medesimamente, secondo la osservazione di Smith, qualunque tessuto è atto a separare, sotto la influenza della irritazione determinata da una sostanza nutritiva, un liquido, il quale ha il potere di discioglierne quest'ultima. Ma siffatto liquido contiene un acido libero, come il succo gastrico. Per tal guisa Reuss ed Emmert (1) considerano il succo gastrico come un liquido sieroso, atteso che gli alimenti introdotti nella cavità del basso-ventre sono digeriti altresì dalla sierosità peritoneale. Osservò Mayer un acido libero nel liquido del peritoneo, membrana la quale sembra realmente separare un fluido acido, nel tempo stesso che la mucosa dello stomaco e dell'intestino, durante il lavoro della digestione. (Mi sono convinto, in molti cani nudriti con pane, e poi strangolati, che la secrezione peritoneale risulta acida durante la digestione. Allorquando introduceva un pezzo di carta nel basso-ventre, attraverso una piccola apertura, esso diveniva soltanto pallido e livido; ma quando teneva un poco di questa stessa carta applicata allo stomaco od al cieco di un animale recentemente ucciso ed ancora caldo, essa arrossavasi sensibilissimamente. Il colore rosso spariva in pochi minuti, a dir vero, ma non bisognava certamente attribuirlo che alla piccolissima quantità del liquido. La stessa reazione non avveniva all'intestino tenue ed al retto. Mi meravigliai non osservarla eziandio nello stomaco e nel cieco di un cane morto di emorragia, sebbene la esperienza fosse stata eseguita poco dopo la morte, come negli altri casi) (2).

2.^o Se il chilo è formato dalla dissoluzione, dall'assimilazione e dall'attrazione di una sostanza assolutamente estranea all'organismo, la linfa proviene da certa trasformazione simile della sostanza stessa del corpo divenuta estranea alla vita (§. 910). La digestione ed il riassorbimento non sono adunque altro che due forme differenti di una sola e stessa operazione vitale. Sono desse in ragione inversa l'una dall'altra; quando la digestione non basta (§. 935, I), la vita si sostiene mediante il riassorbimento del grasso, dei muscoli e simili, che sono, come gli alimenti, trasformati e ridotti allo stato di sangue. Nella guisa stessa che qui le parti aventi men vita ed indipendenza sono quelle sulle quali si esercita in ispecialità il

(1) Scherer, *Giornale*, t. V, p. 698.

(2) *Giunta di Ernesto Burdach.*

riassorbimento (§. 935, 5.^o), e nella guisa stessa che la matrice digerisce l'embrione morto (§. 482, 7.^o), così pure gli organi digerenti non trionfano che della sostanza organica, la quale perdette la vita (§. 952, I): la epidermide e le unghie, che non vissero mai, resistono non solo alla digestione, ma inoltre al riassorbimento, e non sono che rigettati, per esempio, nella suppurazione.

II. La forza digerente è in concordanza con tutto l'insieme della vita.

1.^o La struttura dei diversi organi corrisponde, in ogni animale, alla nutrizione cui esso ha il potere di procurarsi e di digerire. Per tal guisa l'intero sistema degli ossi e dei movimenti volontari è disposto, negli animali di preda, in guisa da permettere loro di cogliere la propria preda e di trionfarne. La situazione della bocca risulta adattata alla posizione nella quale si trovano gli alimenti; così occupa essa la faccia inferiore della testa nel dugone che vive di piante fissate al fondo del mare; negli erbivori a lunghe gambe, il collo risulta allungato, per modo che la bocca possa giungere a terra, ed in quelli che vivono di fogliami di alberi, la testa è collocata più insù, mediante l'allungamento delle membra anteriori. La organizzazione della bocca si accorda con la struttura delle membra, la natura degli alimenti e la forza degli organi digerenti; la disposizione dell'articolazione della mascella e dei suoi muscoli, la posizione e la forma dei denti, il volume delle glandole salivari corrispondono al modo speciale di alimentazione di ogni animale. Allorquando il nutrimento contiene poca sostanza realmente alibile, l'organo digerente risulta più spazioso, tanto per riceverlo in maggior abbondanza, quanto per poter moltiplicare i suoi punti di contatto con esso, e prolungarne il soggiorno nel suo interno. Certe eccezioni che queste leggi sembrano presentare sono soltanto apparenti, e procedono da altre particolarità; per tal guisa i cetacei carnivori hanno uno stomaco più vasto e più complicato degli erbivori, pel motivo che i loro organi masticatorii e le loro glandole salivari sono meno sviluppati; se lo stomaco dei solipedi è più semplice e più piccolo di quello dei ruminanti, se abbandona più rapidamente all'intestino gli alimenti ammessi nel suo interno, la bile fluisce altresì del continuo nel duodeno per operare la digestione di questi ultimi. Allorquando in parità di nutrizione la forma presenta alcune differenze, queste sono cancellate da altre disposizioni speciali.

2.^o Negli animali da preda, la forza muscolare è più considerabile nelle membra, acciocchè possano impadronirsi della loro preda; negli erbivori, essa è maggiore negli organi digerenti, all'oggetto di poter superare certi alimenti che più resistono all'assimilazione. Quando lo stomaco

è provveduto di muscoli robusti, la cui azione aiuta la digestione; il succo gastrico possiede proprietà dissolventi meno energiche che quando lo stomaco ha poca potenza muscolare. I ruminanti non hanno il tempo di masticare convenevolmente laddove essi trovino la massa di alimenti che è loro necessaria; quindi la conservano essi nel proprio rumine, finchè possano darsi in riposo e con sicurezza alla masticazione, e il loro rumine possiede, insieme coll' esofago, la facoltà di ricondurre alla bocca le sostanze che vi sono discese. Il maggior numero degli uccelli carnivori non possono digerire una parte della loro preda, ma la forza muscolare di cui è dotato lo stomaco di essi permette loro di liberarsi col vomito di quanto non potè disciogliersi; gli aironi, all' opposto, non vomitano, ma nutronsi di rane e di pesci, che digeriscono per intero con la pelle e gli ossi.

3.° L'istinto si accorda egualmente colla potenza digerente. Le cornacchie non inghiottono che carne, e lasciano da parte le ossa; se introduconsi ossi nello stomaco di esse, scorgesi che non possono digerirli. Fece inghiottire Reaumur (1) ad uccelli da preda, mescolati colla carne, entro tubi, certi vegetabili, cui essi non pigliansi mai da sè stessi. Il pane comportò qualche cambiamento, ma non fu ridotto in pappa; i fagioli, i piselli, le pera, l'orzo crudo e cotto, rimasero intatti, mentre che la carne, cui trovavasi a lato di essi, era digerita. Eguali osservazioni furono praticate dallo Spallanzani (2). Fece inghiottire Stevens a certi cani alcune sfere cave, trapassate da fori; la carne che queste contenevano fu compiutamente digerita; le patate non lo furono che in piccola quantità, ed i piselli non lo furono minimamente. Una pecora, trattata in egual modo, aveva digerito navoni e patate in capo a sei ore, senza che la carne comportasse verun cambiamento (3). Secondo quest' ultima osservazione, non possiamo ammettere in modo assoluto che il succo gastrico degli erbivori sia generalmente più attivo di quello dei carnivori (4). Se il castoreo digerisce compiutamente il legno e la corteccia, non ne segue già che il suo succo gastrico posseda maggior attività, ma soltanto che esso ha un' attività speciale. Secondo Reaumur, i piccoli uccelli granivori non hanno gozzo tanto robusto da spezzare gli involucri dei grani. Quindi li separano prima d' inghiottire le mandorle, mentre i grandi inghiottono i semi intieri, avendo il loro stomaco una forza bastevole per spezzarli.

(1) *Storia dell' Ac. delle scienze*, 1752, p. 477.

(2) *Opere*, t. II, p. 595.

(3) *Tiedemann e Gmelin, Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 370.

(4) *Loc. cit.*, p. 290.

III. Un carattere specifico della forza digerente, concordante col l'istinto, consiste nel mangiare e digerire certi animali individui della loro specie, ciò che altri non fanno. I polipi a bracci annoveransi fra questi ultimi, secondo Trembley. Essi inghiottono ogni sorta di animali viventi, i quali muoiono e sono digeriti nel loro corpo; ma non si attaccano già gli uni cogli altri, e se taluno dei loro simili pervenne, contro la volontà di essi, nella loro cavità digerente, ne esce vivo ed intatto. Pari cosa avviene nelle attinie, secondo le osservazioni di Dicquemare. Vide Johnson (1) grosse sanguisughe, le quali ne avevano inghiottite di piccole, rigettarle, spesso ancora piene di vita, dopo due in tre giorni. Secondo Cheyne (2), le cornacchie non possono digerire la carne dei loro simili e la vomitano. Gli entozoi, che sono prodotti dall'organismo nel cui seno abitano, sembrano poter resistere alla digestione in ragione di questa circostanza, e non unicamente in virtù della loro vitalità, giacchè mentre essi mantengono vivi nello stomaco delle salamandre, ad esempio, i vermi terrestri, siano dessi allo stato di libertà o rinchiusi entro tubi, non vi vivono che dieci in dodici ore, e sono quindi compiutamente digeriti. Siccome il veleno di una vipera non nuoce ad altre vipere (3), così i succhi digerenti di un animale possono essere senz'azione sopra la sostanza d'individui della medesima specie di esso, e siccome il veleno della vipera riesce privo di azione sopra l'anguie fragile ed altri serpenti, mentre opera sopra le tartarughe e le rane (4), così l'attività dei succhi digerenti di un animale può limitarsi ad una specie determinata di alimenti. Giusta le osservazioni di Simon (5), lo stomaco dei mammiferi sembra digerire compiutamente il latte di un individuo della medesima specie; il latte di donna si separa, nello stomaco di un bambino, in quaglio grumoso ed in siero di latte quasi chiaro; in quello di un vitello in quaglio senza grumi ed in siero di latte alquanto più torbido; uno stomaco di bambino dissolveva la materia caseosa del latte di donna, con cui era a contatto, nello spazio di diecinove ore, senza lasciar altro che un piccolo numero di fiocchi, mentre in 30 ore, esso aveva compiutamente digerito quello del latte di vacca, il quale, in 23 ore, era totalmente disciolto dallo stomaco di vitello.

IV. L'intima connessione che regna fra la digestione ed il complesso della vita si annuncia mediante la influenza che questa esercita su quella.

(1) Schweigger, *Handbuch der Naturgeschichte*, p. 565.

(2) Haller, *Elem. physiolog.*, t. IV, p. 207.

(3) Fontana, *Ueber das Viperngift*, p. 16.

(4) Ivi, p. 28, 54.

(5) Muller, *Archiv*, 1839, p. 3.

Introdusse Hunter nello stomaco di lucertole che stavano per comportare l'intorpidimento invernale, vermi e pezzetti di carne, cui in primavera vide uscire non digeriti e poco cambiati. In ogni malattia non leggerissima, la digestione risulta sconvolta, e l'appetito mancante o diminuito. Osservò Piorry, sopra cani, che gli alimenti di cui essi avevano fornito il proprio stomaco, non erano digeriti dopo generoso salasso. La forte applicazione dello spirito e le grandi emozioni inducono il disordine nella digestione. Ciò che corrisponde all'appetito e careggia il gusto, si digerisce eziandio più facilmente; le cose che mangiansi con ripugnanza provocano spesso gravezze di stomaco, o sono vomitate senza essere state digerite.

V. La influenza esercitata dalla digestione e dai suoi organi sopra il complesso della vita non è men considerabile. Tutto ciò che opera sullo stomaco impressiona altresì il resto dell'organismo; la vuotezza del viscere, del pari che la sua smodata ripienezza, il suo apponimento in contatto con veleni o con medicamenti, le sue malattie e le sue ferite dimostrano, nelle conseguenze che inducono, fin a quel punto esso è legato con la vita in generale, ciò che l'aveva fatto riguardare da Vanelmonzio, come la sede principale del principio vitale. È in particolare durante la digestione che la sua influenza aumenta proporzionalmente all'accrescimento di sua vitalità, in guisa che ove sia colto da una lesione, o soltanto da una scossa di cui esso non si risente che indirettamente, può cagionare sull'istante stesso la morte, di maniera che altresì un salasso praticato subito dopo il pasto, può cagionare terribili accidenti, come una sincope profonda ed un collasso generale. Sonvi però tre effetti distinti della digestione, che d'ordinario si manifestano in altrettante epoche differenti.

1.° Il primo effetto della ingestione degli alimenti è l'aumentazione di eccitamento provocato per simpatia nell'intero organismo. Il polso, come aveva già osservato Testa, diventa più frequente (§. 767), e la temperatura s'innalza, sicchè, negli individui presi di etisia, la febbre raddoppia a quest'epoca. Viene poscia un senso di ben essere e di vigore, che tien dietro troppo prestamente al pasto perchè si possa attribuirlo alla riparazione delle perdite materiali, e che dipende piuttosto dall'esercitare lo stomaco, quando entra convenevolmente in attività, una influenza eccitante e vivificatrice sul resto dell'organismo. Trovasi quindi aumentata la facoltà di resistere all'azione del freddo, dei veleni e dei principii contagiosi. Ma si riconosce qui egualmente la influenza della qualità degli alimenti; immediatamente dopo aver mangiato una buona razione di carne, si si sente più forte che dopo aver preso sostanze farinose o qualche altro nutrimento

scipito; tutti i movimenti sono allora più sicuri e più precisi, più facili e più energici. Questa particolarità fu benissimo dimostrata da Edwards (1) col soccorso del dinamometro; la forza muscolare aumentava, in generale, nelle persone adulte, immediatamente dopo che esse avevano preso nutrimento, e più negli individui robusti che negli individui deboli, più altresì dopo il pranzo che dopo la merenda, più finalmente dopo forte nutrimento, qual sarebbe un buon consumato, che dopo alimenti leggeri; talvolta le forze del braccio aumentavano dalle otto alle quattordici libbre; scemavano dopo che la persona aveva bevuto, specialmente acqua calda.

2.° Mentre che la simpatia predomina durante il primo periodo, i fenomeni della derivazione si fanno osservare durante il secondo, massime in conseguenza di un pasto copioso. La vitalità si concentra sullo stomaco, il quale trovasi in piena attività, e si manifesta meno negli altri organi. Sopraggiunge infingardaggine, inattitudine ai movimenti ed agli sforzi di ogni specie, l'afflusso di sangue verso la pelle diminuisce, e si fanno sentire brividi. Da ciò proviene che la digestione è alterata dai movimenti violenti, o dai bagni, durante questo periodo, e che essa compiesi con minor energia durante i forti calori, che rendono l'eccitamento della pelle troppo considerabile. Medesimamente ed in senso inverso, la digestione può alterare il corso delle malattie, per derivazione. La respirazione è resa alquanto difficile stante l'azione meccanica dello stomaco pieno.

3.° Durante la formazione del chimo ed il suo passaggio nell'intestino, l'attività vitale riprende la sua uniformità in tutti gli organi; più vivace diviene il sentimento del vigore acquistato, più libera la respirazione, e più calda la pelle.

VI. La digestione si comporta come la vita, vale dire, che per potersi mantenere di mezzo a circostanze diverse, essa si piega e si accomoda a siffatte circostanze.

1.° Se il bisogno di nutrimento è più grande, la digestione si compie in maniera maggiormente viva ed energica (§. 935, 6.°). Osservò Londe (2), in casi di ano artificiale, che in conseguenza della fame o di una nutrizione incompiuta, le cose poco nutrienti sono già digerite, nella parte superiore dell'intestino, in tanto che esse sogliono esserlo verso la fine dell'intestino tenue, e che alcuni vegetali, i quali escono comunemente senza aver comportata veruna alterazione, sono talmente digeriti, quando l'individuo osservò severa dieta, da non poterseli più riconoscere. Trovò

(1) *Archivii generali*, 2.a serie, t. VII, p. 273.

(2) *Nuovi elementi d'igiene*, Parigi, 1838, t. II, p. 37.

Schultz (1) nell' intestino di un cane che digiunava da 48 ore, un tenia in gran parte digerito.

2.° Allorquando gli alimenti sono duri e difficili a disciogliersi, per esempio la carne, le cartilagini, gli ossi, la fibrina, l'albumina cotta, separasi, secondo Tiedemann (2) ed Eberle (3), un succo gastrico contenente più acido libero di quello la cui formazione è sollecitata da alimenti facili a disciogliersi, come l' albumina liquida e la gelatina. I vegetali duri, le erbe, le foglie, il glutine, determinano altresì certa secrezione più acida della farina, dello zucchero, della gomma. Eberle aggiunge che l'acido varia egualmente giusta la natura degli alimenti, che si produce più acido cloridrico mediante il nutrimento animale e più acido acetico mediante il nutrimento vegetabile. Schultz (4) osservò una differenza nell'acido del succo gastrico secondo che un cavallo era stato nutrito coll'avena o col fieno.

3.° La organizzazione stessa degli organi digerenti si accomoda alla quantità ed alle qualità accostumate degli alimenti. Lo stomaco dei grandi mangiatori è enorme; spesso le sue pareti sono ingrossate, ed il piloro ingrandito. All'opposto, l'organo diviene più piccolo nelle persone che pigliano poco alimento. Il legame reciproco della causa e dell'effetto fa altresì che siavi, nel primo caso, bisogno reale di consumare masse considerabili di alimenti, e nel secondo impotenza di mangiar molto. Secondo Buffon, lo stomaco della pecora diviene più stretto quando nutresi questo animale con del pane, di quando esso si pasce di erba come per consueto, e secondo Home, lo stomaco degli uccelli da preda cui nutronsi per molto tempo con grano, acquista pareti più muscolose. Pretende altresì Schultz (5) che nell'uomo, il cibo esclusivamente vegetabile allunghi il fondo di sacco, e l'alimento esclusivamente animale la porzione pilorica; tuttavia riscontrai quest'ultima forma, come arresto dello sviluppo, o piuttosto come persistenza della organizzazione embrionaria, in molti uomini i quali vivevano principalmente di vegetali.

VII. La nutrizione porta due caratteri dell'organismo; essa dipende dal mondo esterno, ed esige che della materia s'introduca dall'esterno nel corpo; in seguito essa forma o crea mediante la sua attività propria e spontanea, facendo comportare nuove combinazioni agli alimenti. La

(1) *De alimentorum concoctione*, p. 65.

(2) *Ricerche sulla digestione*, Parigi, 1827, t. I, p. 366.

(3) *Physiologie der Verdauung*, p. 60, 153, 158.

(4) *Loc. cit.*, p. 37.

(5) *Loc. cit.*, p. 77.

conservazione di sè stesso non può effettuarsi se non colla condizione che giungano sostanze dall' esterno; ma l' essere organizzato cesserebbe di vivere, vale dire di avere la facoltà di agire per sè stesso e di determinarsi da sè stesso, se ricevesse dall' esterno la sostanza reale del suo corpo. Crea esso adunque la sua sostanza propria coi materiali che riceve. Per tal guisa opera esso già fin dallo stato di embrione (§. 465), e non potrebbe mantenersi mediante la transfusione di un sangue estraneo (§. 743, 6.^o). Alcuni succhi digerenti eziandio che gli riescono estranei, gli convengono meno dei suoi proprii ad operare la digestione. L'erba affettata che Reaumur (1) aveva fatto inghiottire ad alcune pecore, entro tubi di latta, dopo averla mescolata con saliva umana, non era per anco digerita dopo 36 ore. Quando Helm (2) introduceva alimenti masticati da lui nella fistola stomacale del suo malato, egli ne digeriva appena un terzo della quantità cui il viscere digeriva compiutamente nello stesso tratto di tempo, allorquando era la stessa persona che ne operava la masticazione. Pari cosa accadeva se un uomo aveva inghiottito, entro sacchetti di latta, alimenti masticati o da sè o da un altro.

Essendo la digestione una formazione di nuova sostanza organica adempita dalla vita, essa trovasi sulla stessa linea della formazione di un nuovo corpo organizzato, sicchè puossi considerare la nutrizione, con Blumenbach (3), come una continuazione insensibile della generazione. È pure in tale significato che Alberto Meckel e Carus (4) discussero l' analogia degli organi digerenti cogli organi genitali. Senza annettere troppa importanza alla remota analogia cui scorgesi fra queste parti, sotto l'aspetto della struttura organica, riconosceremo che le due manifestazioni della vita si riuniscono in una sola ed identica idea generale. Ciò che la procreazione fa per la specie, la digestione compie per l' individuo; l' organismo entra in conflitto con della materia estranea, e, decomponendo questa materia, trasformandola, procrea certa sostanza simile alla sua. Però, nella guisa stessa che, nell' organismo del mondo, evvi influenza reciproca del particolare sopra il tutto e del tutto sopra il particolare, così pure la digestione non limita i suoi effetti alla conservazione dell' individuo, riconduce alla forma vivente la sostanza organica che stava per cedere alla putrefazione, previene la infezione dell' aria, che, senza di essa,

(1) *Storia dell' Accad. delle scienze*, 1752, p. 489.

(2) *Zwey Krankengeschichten*, p. 38.

(3) *Kleine Schriften*, p. 127.

(4) *Trattato elementare d'anatomia comparata*. Parigi, 1835, t. II, p. i eseg.

risulterebbe dagli innumerevoli cadaveri di cui sarebbe la terra coperta, e che non mancherebbe di annientare fin la minima traccia di vita organica.

VI. MEZZI DI DIGESTIONE.

§. 953. L'organismo vivente crea le parti mediante cui esso opera la digestione. Può, in ognuno dei suoi vuoti interni, non solo assorbire mediante la sua sostanza penetrabile ed i suoi vasi linfatici, ma inoltre fluidificare e trasformare i corpi solidi sui quali deve esercitarsi l'assorbimento, col soccorso di un liquido cui separa. L'atto della digestione non appartiene adunque esclusivamente allo stomaco ed al canale intestinale, ma è ad essi devoluto più particolarmente che a qualunque altra regione del corpo, perchè, costituendo un condotto di membrana mucosa, il quale si apre all'esterno, sopportano il contatto immediato di sostanze estranee senza risentirne eccitazione anormale, perchè dessi non sono dotati di ricettività specifica per una sola forma determinata della materia, ma accolgono indistintamente i solidi, i liquidi ed i gas, stante che hanno intime connessioni con tutto il complesso della vita, perchè sono legati con organi speciali, perchè sono, di tutte le parti del corpo, quella che possiede più vasi linfatici, e va discorrendo.

I. I succhi digerenti hanno il potere di decomporre la sostanza organica.

1.° Per tal guisa essi attaccano la pelle dello stesso individuo che li separò. Osservò Helm che, nella fistola gastrica (1), lo scolo del chimo, o, quando il malato aveva digiunato per molto tempo, quello del succo gastrico, cagionava bruciori al margine dell'apertura. Crook (2) vide altresì il succo gastrico e la bile fluente da una fistola stomacale, determinare dolore, infiammazione ed escoriazioni ai tegumenti dei dintorni. Gli stessi fenomeni si osservano negli ani artificiali; in un caso in cui Acrel non faceva prendere al malato, per tutto cibo, altro che piccola quantità di una bevanda animata col vino del Reno, il liquido che ne usciva escoriava l'orificio della fistola e tutti i dintorni. (Più il foro è basso nell'intestino, più le materie che ne fluiscono hanno il carattere veramente escrementizio, e meno altresì la pelle esterna si trova irritata. Più l'individuo è inoltrato colla età, maggiormente altresì la pelle si mostra insensibile alla impressione degli escrementi. Negli ani artificiali,

(1) *Loc. cit.*, p. 8.

(2) *Archivii generali*, 2.a serie, t. VI, p. 430.

recenti od antichi, che occupano la parte inferiore dell'intestino crasso, negli individui eziandio maggiormente succidi, che chiudono il foro con turacciolo di pannolino coperto di vecchia fasciatura, la pelle è bianca e normale dopo che la si lavò. Dopo disordini di vitto, raffreddamenti e simili, in una parola ogni volta che scoppiò una burrasca nel tubo intestinale, e che il movimento peristaltico divenge più vivace, un liquido mucilagginoso, verde porraceo, mescolato a bolle di aria, fluiva per l'ano artificiale, il quale fin allora non aveva tramandato che masse fecali brune; questo liquido era talmente acre, che arrossava subitamente la pelle, e provocava acerbi ardori. Abbisognavano ripetute lozioni ed applicazioni di compresse imbevute di acqua bianca tiepida, per mitigare le sofferenze; l'oppio e l'acqua distillata di lauro ceraso, con mucilaggine, calmava l'intestino, di cui scemavano l'attività, e dacchè gli escrementi bruni ricomparivano, il rossore eritematoso della pelle cedeva prestamente il posto al colore naturale. Per effetto adunque dell'accelerazione del movimento peristaltico, può colare da un foro situato alla parte inferiore dell'intestino crasso, ciò che sfugge del continuo da certa apertura situata alla parte superiore di questo stesso organo. Se l'ano artificiale occupa la parte superiore dell'intestino tenue, il malato dimagrisce rapidamente; le materie fecali sono molto acri e corrosive, massime nel mattino, durante la vuotezza dello stomaco, la pelle si copre d'intenso rossore a grande distanza, e se fluisce qualche cosa tra le coscie, vedonsi sopraggiungere strisce rosse; lo scroto e le grandi labbra specialmente s'infiammano con facilità. Quando la infermità è antica, la pelle si condensa, diviene zigrinata, e si copre di elevazioni in forma di verruche; ancora più tardi, produconsi fra queste verruche, profondi solchi, che rassomigliansi a fessure; praticando incisioni il bistorino strida; la superficie della ferita è dura e liscia; la condensazione della pelle non le impedisce però di ricevere molto sangue. tutte le sostanze grasse aumentano l'addoloramento; solo l'acqua bianca e le unzioni coll'albumine dell'uovo alleviano. Il margine rosso dell'apertura ha la stessa apparenza di un foro praticato nel taffetà rosso, e che fosse orlato di velluto rosso. Se il rossore degli integumenti aumenta, scema, od anche cessa per intiero, il cercine vellutato conserva sempre lo stesso colorito; mentre la pelle esterna è estremamente dolorosa, esso risulta affatto insensibile anche all'azione dello strumento tagliente ed all'applicazione del ferro rovente; ma, ad un capello di distanza al di là del suo limite esterno, cominciano a farsi sentire vivissimi dolori (1).

(1) *Giunta di J. F. Dieffenbach.*

2.° A queste osservazioni si riferiscono quelle delle quali abbiamo superiormente parlato (§. 869, 8.°), di rammollimento e di perforazione dello stomaco. Aveva trovato Hunter (1), in un uomo morto di apoplessia dopo copioso pranzo, lo stomaco perforato nella sua grande curvatura, da un'apertura per la quale era sfuggito del chimo. Avendo osservato analogo fenomeno in altro uomo morto due ore dopo una frattura comminutiva del cranio ed in un appiccato, egli l'attribuì ad un'azione dissolvente esercitata dal succo gastrico dopo la morte. Altri osservatori citarono in appoggio di questa opinione i risultati di esperienze da essi praticate sopra animali (§. 869, 8.°). La possibilità che lo stomaco, come altri organi, soffra, durante la vita, certo rammollimento morboso ed una dissoluzione, non è posta in dubbio da questi fatti, ma neppur li rovescia. Pensa Magendie che se il succo gastrico non attacca il viscere durante la vita, ciò sia perchè le sue pareti sono protette dal muco cui esse separano del continuo e che vi si attacca. Wilson Philipp l'attribuisce al respingere lo stomaco vivente il chimo acidificato che, dopo la morte, rimane seco in continuo contatto. Noi credemmo trovarne la causa nella maniera con cui si compie la secrezione (§. 876, 4.°). Ma i fatti allegati nel precedente paragrafo annunciano, che le pareti del canale digerente sono insensibili, durante la vita, alla impressione dei succhi digerenti, sicchè questi ultimi non impressionano nè la loro sostanza, nè la sensibilità generale, come fanno sulla pelle. Non possiamo darne altro motivo che certa omogeneità fra un organo secretorio ed il suo prodotto, che esclude qualunque affinità chimica.

3.° Purkinie e Pappenheim (2) trovarono che la membrana stomacale disseccata cui si espone, con acqua distillata, all'azione del polo positivo di una pila voltaica, dà un liquore digerente tanto efficace quanto quello che ottiensì coll'addizione dell'acido cloridrico, e che il galvanismo svolge acido cloridrico dalla saliva, dall'albumo d'uovo o dal muco. Lo svolgimento di quest'acido, nel succo gastrico, dipende forse altresì d'analogia azione. Quindi Prout (3) ammetteva già che il cloruro di sodio del sangue sia decomposto dalla elettricità, nell'interno delle pareti stomacali, in acido cloridrico, il quale si mescola al succo gastrico, ed in soda, che, condotta al fegato, insieme col sangue, passa nella bile, di maniera che, per suo avviso, il canale digerente rappresenta il polo negativo della pila,

(1) *Observations on certain parts of the animal economy*, p. 187.

(2) *Muller, Archiv*, 1838, p. 5.

(3) *Medico-chirurgical review*, t. XXV, p. 107.

ed il fegato il suo polo positivo. Eberle (1), all' opposto, non ha riguardo che all' acido lattico od acetico, e crede che l' osmazomo attragga quest' acido, ma non può svolgerlo dalla sua combinazione colla soda, se non in quanto sopraggiunga una combinazione colla ptialina, rallentata da una membrana animale interposta; l' osmazomo e la ptialina sono adunque per esso due polarità galvaniche, mediante l' azione simultanea delle quali il cloruro di sodio trovasi decomposto. Pretende Matteucci (2) aver prodotto un liquore digestivo facendo agire la elettricità positiva sopra una membrana animale; riempì una vescica di carne ridotta in pappa, con acqua, sal marino e carbonato di soda, sotto la influenza del calore, immerse il conduttore del polo negativo nel mezzo della massa, applicò il polo positivo alla vescica, e trovò quindi, sulle pareti di quest' ultima, certa sostanza fioccosa, bianca, acida, la cui soluzione acquosa si coagulava mediante il calore.

4.° Lo stomaco digerisce tuttavia dopo la morte, per virtù dell' azione chimica di sua secrezione. Uccise Spallanzani una cornacchia immediatamente dopo averle somministrato 114 grani di bue, e dopo sei ore non trovò più nello stomaco altro che 52 grani di tal carne, la quale era penetrata di succo gastrico, pallida e rammollita (3). In altre cornacchie, del vitello spezzato che esse avevano inghiottito immediatamente prima della morte era scomparso affatto dopo sette ore di esposizione dei cadaveri al sole (4). Nei cani e nei gatti in pari guisa trattati, la carne era cotanto rammollita nello stomaco, dopo nove ore, che si lacerava da sè stessa (5). Un' aquila fu uccisa nel momento in cui inghiottiva la coscia di una volpe, con la pelle ed i peli; avendola disseccata Schinz tre giorni dopo, trovò (6) la carne compiutamente digerita, e gli ossi già attaccati. Ma Spallanzani andò più oltre; vide egli effettuarsi la digestione eziandio della carne introdotta dopo la morte. Del pane posto nello stomaco di un coniglio morto (un' oncia e mezzo) era convertito in chimo in capo a sedici ore, e ne aveva già passato mezz' oncia nell' intestino; 42 grani di carne tagliata in pezzettini furono introdotti nello stomaco di una cornacchia, un' ora soltanto dopo la morte; questa vivanda era digerita compiutamente dopo sette ore di soggiorno del corpo al sole; cinque ore e

(1) *Loc. cit.*, p. 137-144.

(2) *Froriep, Notizen*, t. XL, p. 130.

(3) *Opere*, t. II, p. 673.

(4) *Ivi*, t. II, p. 674.

(5) *Ivi*, t. II, p. 677.

(6) *Ivi*, t. II, p. 678.

mezza bastarono altresì per far iscorgere un principio di digestione della carne introdotta nello stomaco ritirato dal corpo, legato, immerso nell'acqua ed esposto al sole, di gatti, di cornacchie e di civette. Krimer ripeté siffatte esperienze sopra rane con minor successo, ma tuttavia con certo risultato (1).

5.° In onta di tutto questo, la teorica chimica della digestione non bastò compiutamente. Trovò Reaumur (2) tubi di vetro, introdotti nello stomaco di polli d'India, aspreggiati in capo a 48 ore, forniti di escavazioni irregolari, che davano loro l'apparenza di essere stati roscichati e smussati sugli angoli; dopo quattro giorni, essi erano più sottili di prima. Fece inghiottire Brugnatelli (3) a galline e polli d'India, diverse pietre rinchiusa in sacchi di latta o tubi di legno; un cristallo di rocca pesante 36 grani, era divenuto, dopo 12 giorni, opaco, ottuso, e più leggero di circa 14 grani; un'agata di trenta grani aveva perduto 12 grani del suo peso. Ma non si trovò peranco nel succo gastrico un dissolvente della silice. I succhi digerenti di ogni specie animale hanno qualità proprie, all'oggetto di poter trasformare il nutrimento appropriato alla organizzazione ed al genere di vita dell'animale. Per tal guisa, negli insetti, non si trovò mai il succo gastrico altramente che alcalino (§. 820, 3.°), esso fa divenire azzurro il tornasole rosso, e fa effervescenza cogli acidi, secondo Ramdohr (4); giusta tutto questo, parrebbe possibile che gli insetti si nutrissero di epidermide, di peli, di penne, di sovero ed altre sostanze inattaccabili dagli animali il cui succo gastrico è acido. La digestione detta artificiale non è mai altro che un analogo della digestione stomacale; il succo gastrico fittizio opera meno sulla fibrina che sull'albumina, e non esercita veruna azione sopra le sostanze vegetabili. E d'altronde cosa è la stessa digestione stomacale, considerata sotto l'aspetto chimico? Se fosse una semplice fluidificazione degli alimenti, potremmo farne a meno quando prendiamo questi ultimi sotto forma liquida. Ma se l'amido si converte in zucchero (§. 942, 4.°), e l'albumina vegetabile in gelatina (§. 942, 9.°), qual vantaggio ricaviamo da ciò? Cosa diventano lo zucchero e la gelatina? E perchè la fibrina, di cui però il sangue abbisogna, si converte essa in albumina (§. 942, 6.°), la quale, alla sua volta, sebbene prodotta dalla digestione (§. 942, 1.°), si trasforma in osmazomo e ptialina (§. 942, 5.°)?

(1) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 56.

(2) *Storia dell'Accad. delle sc.*, p. 275, 294.

(3) *Crell, Chemische Annalen*, 1787, t. I, p. 230.

(4) *Abhandlung ueber die Verdauungswerkzeuge der Insekten*, p. 30.

Finalmente, dopo che la digestione stomacale non fu che un atto puramente preparatorio, gli alimenti, per quanto diversificati essi siano, non diedero che un chilo simile per tutti, e rimaniamo nella impossibilità di spiegare come un solo e medesimo agente, posto a contatto con sostanze totalmente differenti, può dare sempre lo stesso prodotto. (1) *atalusi*

II. Le ricerche dei chimici dei nostri giorni condussero alla conoscenza di un modo di azione chimica differente dalle reazioni determinate dall'affinità, ed a cui Berzelio, il quale specialmente se ne occupò, impose il nome di catalisi. Qui non evvi né azione mutua di due corpi, né combinazione tra essi o fra taluni dei loro principii costituenti; ma un corpo esercita, sopra un altro corpo complesso, certa influenza, il cui risultato è che gli elementi di quest'ultimo entrano in rapporti affatto differenti, senza che il corpo influente faccia esso stesso parte del nuovo prodotto, nè gli somministri nulla; determina esso adunque, pel solo fatto di sua presenza, i corpi posti seco a contatto a mettere i loro principii costituenti in altre proporzioni, in conseguenza a distruggere le combinazioni fin allora esistenti, col ridestamento di antagonismi chimici, ed a produrne di nuovi, i quali inducano certa neutralizzazione chimico-elettrica. Questo modo di azione, di cui non possiamo renderci ragione nelle sue particolarità, e che trovasi collocato sull'estremo limite di nostra chimica, non accade quasi esclusivamente che riguardo ai prodotti organici, per esempio, nella conversione dell'amido in gomma ed in zucchero mediante gli acidi allungati, nella formazione di etere e di acqua risultante dal miscuglio dell'alcool coll'acido solforico, nella fermentazione che converte lo zucchero in alcool ed in acido carbonico mediante il lievito di birra, la fibrina od il formaggio, nella germinazione durante cui la diastasi prodotta trasforma l'amido in destrina ed in zucchero, e fa prova di un'azione talmente energica da non abbisognarne che una sola parte per decomporre così mille parti di amido. Per tal guisa alla catalisi sembra doversi essenzialmente riportare l'azione dell'organo digerente e dei succhi da esso separati sopra gli alimenti. Dimostrò Schwann (1), eziandio pel succo gastrico fittizio, che l'acido libero cui vi si trova costituisce la causa della sua attività, e che tuttavia esso non comporta verun cambiamento durante l'azione del liquido, sicchè, non entrando nella combinazione che si effettua, non fa che determinarla mediante la sua presenza ed il suo contatto.

1.° La digestione si rassomiglia dunque alla fermentazione, quanto al suo carattere generale, e se la scuola di Silvio la riguardava, al pari di

(1) Muller, *Archiv* p. 97.

tutti gli altri atti organici, come una vera fermentazione, essa non voleva adunque per certo, d'ordinario, esprimere con ciò che il suo modo di manifestazione in generale, e non aveva niuna intenzione d'identificarla colla fermentazione del mosto di uva, nella guisa stessa che Vanelmonzio era lontanissimo dal pensare al lievito di birra quando parlava di fermenti che agiscono ovunque nelle operazioni della vita. Heuermann diceva la digestione una trasformazione analoga alla fermentazione, pel motivo che gli alimenti convertiti in chilo non possono più essere ricondotti alla loro forma primitiva, come accade ai corpi passati allo stato di semplice dissoluzione. Schultz (1) la riguardava come un movimento eccitato nel chilo ed analogo alla fermentazione determinata da un principio fermentiscibile. Eberle (2) presumeva che la ptialina del succo intestinale e del succo pancreatico operi come fermento, atteso che il succo intestinale compie la digestione, come una specie di fermentazione, non già mediante il suo acido od il suo alcali, ma per mezzo dei suoi principii costituenti organici. Vide, Spallanzani nelle sue esperienze sopra la digestione artificiale, alcune bolle di aria uscire dal miscuglio di alimenti e del succo gastrico, ma non iscorse mai il minimo movimento intestinale, ciò che gli fece dire essere impossibile eziandio sospettare che la fermentazione concorra a produrre i risultati cui otteneva (3). Schwann pensa all'incirca in pari modo (4), pel motivo che la digestione artificiale si compie senza assorbimento di gas ossigeno nè sviluppo di gas acido carbonico, oltre che la materia organica operando come fermento richiede eziandio la presenza di un acido libero, e non può essere sostituita dal lievito di birra; del resto, esso non nega l'analogia fra la digestione e la fermentazione. Ma riconoscere siffatta analogia non basta per illuminarci sulla classe di fenomeni alla quale dobbiamo riportare la digestione, nè puossi negare che questa non offra d'altronde caratteri che le sono affatto particolari.

2.° L'essenziale di tali caratteri proprii, consiste in un'assimilazione, che vedemmo essere abbozzata nella tendenza generale dei corpi ad assimilarsi gli uni agli altri (§. 881, 6.°), più sviluppata nella sostanza organica che ovunque altrove (§. 881, 7.°), ed in piena attività nella vita plastica (§. 881, 8.°, 9.°). L'organismo, in virtù del suo potere catalitico, opera, a spese degli alimenti, la formazione di nuova sostanza, la quale corrisponde al tipo servente di base alla sua natura od al suo modo di

(1) Meckel, *Archiv fuer Anatomie*, 1826, p. 510.

(2) *Physiologie der Verdauung*, p. 329.

(3) *Opere*, t. II, p. 687.

(4) *Loc. cit.*, p. 86, 105.

manifestazione. Siffatta potenza assimilatrice che si dispiega per catalisi, l'organismo la possiede ovunque, ma essa non si manifesta in veruna parte con maggiore efficacia come laddove alcune superficie viventi si guardano per guisa, da involgere e racchiudere la sostanza cui trattasi di assimilare. Già vedemmo (§. 883, 1.^o) a qual punto esso influisca sul grado di sviluppo della secrezione che lo spazio in cui essa compiesi sia circondato di sostanza organica vivente; così pure, l'assimilazione risulta tanto più energica, quanto maggiormente il corpo estraneo trovasi assoggettato all'azione del complesso della vita, in conseguenza del circuito di sostanza organica cui d'ogni lato l'involge. Gli animali delle classi inferiori ne provano in modo palpabile essere colà realmente l'essenziale dell'atto digerente. Il polipo a bracci digerisce nella sua cavità semplice, senza organizzazione che serva specialmente a tale opera; ove lo si rivolga alla maniera di un guanto, esso non digerisce perciò men bene, la superficie che nello stato normale era rivolta all'esterno, e rappresentava la pelle esterna, formando allora la parete della cavità del corpo; questa acquistò adunque un'altra parete, ma essa rimase nel fondo la stessa, vale dire uno spazio atto a ricevere il nutrimento e circondato di sostanza organica, per conseguenza in istato ancora di digerire. Secondo Eschhnoltz, il beroe forma la sua cavità digerente ogni volta che vuole nutrirsi; per ciò, esso involge colla sua faccia inferiore concava l'animale cui si propone consumare e lo digerisce nella cavità così prodotta. Anche una parete animale morta può tuttavia esercitare l'azione catalitica sopra la sostanza organica che vi si racchiude. Osservò Eberle (1) che la digestione artificiale si compie meglio in una vescica di bue che in un bicchiere, e che gli alimenti i quali toccano immediatamente la vescica, si convertono in una pappa molto più omogenea. Ma la digestione reale, quella che va fin al suo termine, la formazione del chilo, suppone, negli animali superiori, che il nutrimento sia contenuto in uno spazio, la cui parete consiste in una membrana mucosa dotata di vitalità plastica ad alto grado ed organizzata in maniera speciale. Richiede essa un contatto prolungato e ripetuto fra gli alimenti e questa parete. Quindi il canale digerente ha tanta maggior lunghezza e la sua membrana mucosa tanto più sviluppo, quanto più il cibo dell'animale è povero di materia alibile e più difficile a digerire; quindi gli uomini malati di ano artificiale perdono essi infinitamente più della loro massa e delle loro forze quando l'apertura risiede in un punto elevato dell'intestino, e se il chilo esce poco dopo il pasto (2).

(1) *Loc. cit.*, p. 78.

(2) *Osservazioni patologiche*, p. 73.

3.° Nell' organismo, l' effetto strascina la persistenza della sua causa. L' azione mantiene la forza e ciò che si è prodotto favorisce la continuazione della produzione (§. 894, 3.°). In conseguenza, nella guisa stessa che la digestione è compiuta dalla vita, così pure questa ultima imprime il suo carattere al prodotto della digestione, onde così mantenersi. Ma questo effetto non può accadere in modo immediato; non è possibile che mediante certe condizioni chimiche condotte dall' azione vitale, come il succo gastrico, ne somministra un esempio. Dalle osservazioni di Beaumont (1) risulta che questo succo si conserva durante undici mesi almeno senza comportare cambiamenti, e senza passare alla putrefazione, verisimilmente a motivo del suo acido; se Vauquelin vide quello delle pecore e dei buoi putrefarsi in pochi giorni, ciò proviene certamente perchè trattavasi del succo estratto dal ruminante e non acido. Mescolato fuori dello stomaco, con sostanze alimentari, impedisce a queste di cadere in putrefazione; diverse sorta di carne cui Beaumont (2) immerse nel succo gastrico umano, conservarono la loro freschezza per quattro in sei giorni, fatto il quale fu egualmente osservato da Hood (3) e da altri. Tentò Montegre alcune esperienze sopra il suo proprio succo gastrico, vomitato nel mattino a digiuno, che per conseguenza non era acido, e conteneva inoltre della saliva; la carne che esso vi immerse si putrefecce; ma un giorno egli prese mezza dramma di magnesia, e mangiò quindi un *bifstec*, di cui vomitò una porzione dopo un' ora, poi il resto in capo a due ore e mezzo; la prima, non acida, era putrefatta tre giorni dopo; la seconda acida, non esalò cattivo odore che dopo otto giorni, e, posta in un tubo di vetro, che fu portato per oltre un mese sotto l' ascella, non passò alla putrefazione. La putrefazione già in procinto si arresta eziandio sotto la influenza del succo gastrico. Trovò Spallanzani (4) che la carne corrotta si conservava per 25 giorni, ad un calore di otto in dodici gradi, entro il succo gastrico del cane, della cornacchia o dell' aquila, senza che la putrefazione facesse progressi, che al calore del sole essa dissolvevasi e perdeva la sua fetidezza, e che il chimo prodotto nello stomaco dalla carne guastata, non aveva cattivo odore. Fece Beaumont (5) le stesse osservazioni sopra il succo gastrico umano. Introdusse Helm (6) della carne corrotta, per la

(1) *Loc. cit.*, p. 51, 221.

(2) *Loc. cit.*, p. 87.

(3) *Analytic physiology*, p. 165.

(4) *Opere*, t. II, p. 721 e seg.

(5) *Loc. cit.*, p. 147-158.

(6) *Zwey Krankengeschichten*, p. 29.

fistola, nello stomaco del suo malato, e trovò, dopo tre ore, che essa non portava più veruna traccia di corruzione, nè sotto il rapporto dell'odore, nè sotto quello del colore, che aveva lo stesso gusto della carne fresca. Osservò Fordice la stessa cosa, e se Thackrah (1) trovò ancora putrefatta dopo un' ora la carne corrotta cui aveva data a cani e gatti, ciò avvenne certamente perchè questo tratto di tempo non bastò ad inoltrare sufficientemente la digestione. Secondo Coutanceau (2) e Truttenbacher (3) il succo gastrico non si oppone alla putrefazione se non in quanto esso trasforma, cambia le qualità sussistenti, e crea una massa suscettibile di plasticità; ma la proprietà per la cui virtù esso compie tutte queste cose, è connessa a quella di combattere la putrefazione, dappoichè, solo ed all'esterno dello stomaco, esso arresta e previene altresì quest'ultima. Per asserzione di Eberle, il muco gastrico si putrefa con prestezza allorquando esso entri in contatto con altra sostanza organica, e sarebbe a ciò specialmente che esso va debitore di essere il migliore di tutti i veicoli per la digestione. Purkinje e Pappenheim (4) stabiliscono altresì che il presame faccia prontamente putrefare le materie organiche, mentre che, convertito in succo gastrico artificiale mediante un acido, esso le preserva per gran tempo. Però assicura Simon (5) che lo stomaco del vitello, posto a contatto con del formaggio, passa men prestamente alla putrefazione di quando lo si abbandoni a sè stesso, per ciò che le affinità chimiche organiche, le quali entrano allora in esercizio, impediscono il dispiegamento di quelle che sono puramente inorganiche.

VI. CIRCOSTANZE CHE CONCORRONO ALLA DIGESTIONE.

§. 957. Molte circostanze concorrono alla digestione, sia che esse non facciano che aiutarla, sia che ne costituiscano altrettante condizioni essenziali.

I. Tale risulta dapprima il movimento muscolare. Se i jatro-matematici, Borelli, Redi, Pitcarnio, Hecquet, si lasciarono strascinare dalle loro osservazioni sul gozzo degli uccelli granivori a sostenere come altre volte Erasistrato, che la digestione, considerata in generale, consiste in un' attrizione, una comminazione degli alimenti, questa ipotesi esclusiva

(1) *Froriep, Notizen*, p. 291.

(2) *Revisione delle novelle dottrine*, Parigi, 1821, p. 18.

(3) *Der Verdauungsprozess*, p. 21.

(4) *Froriep, Notizen*, t. L, p. 211.

(5) *Muller, Archiv*, 1839, p. 8.

non tardò ad essere confutata, giacchè lo stomaco del maggior numero degli animali ha pareti cotanto sottili, così molli, e fibre muscolari sì deboli, da tornargli affatto impossibile lo agire in questa direzione. Ma la digestione, in quanto operazione chimica, viene certamente favorita da condizioni meccaniche. La comminuzione moltiplica la superficie degli alimenti solidi al punto che i succhi digerenti e le pareti del canale digerente hanno puoti di contatto più moltiplicati con essi, e possono agire sopra di essi con maggior forza; lo stesso movimento del chimo contribuisce eziandio a produrre questo effetto, oltre che esso determina un miscuglio più uniforme degli alimenti coi succhi digerenti. Allorquando furono inghiottiti senza masticarli, alimenti che resistono alla digestione mediante la loro coesione od il loro modo di composizione, lo stomaco giunge a tritarli raddoppiando di energia muscolare, e quest'azione meccanica da parte sua diviene una condizione della digestione. Accade questo caso negli uccelli granivori, e Reaumur vide (1) grani di orzo rinchiusi entro tubi di piombo aperti, ma troppo forti perchè lo stomaco potesse appianarli, rimanere indigeriti, allora eziandio che esso aveva avuto la cura di levarne preventivamente la pellicola. Siffatta osservazione fu ripetuta da Spallanzani (2); ma quando egli faceva inghiottire agli stessi uccelli pane masticato e carne affettata, entro tubi o palle trapassate da fori, queste sostanze erano digerite quasi per intero (3). Allorquando gli alimenti furono masticati, o se per sè stessi sono molli e facili a digerire, basta un lieve movimento del canale digerente per favorire la digestione, rivolgendo, scuotendo ed impastando il chimo. Così pure, la succussione accelerava la dissoluzione degli alimenti nel succo gastrico tratto dallo stomaco, secondo Beaumont (4), e nel liquore digerente fittizio, secondo Purkinje e Pappenheim (5). Pari cosa succedeva allorquando mediante un tubo da barometro riempito dello stesso liquido, esercitavasi continua pressione sul liquore, d'onde segue altresì che le pareti addominali esercitano della influenza sopra la digestione.

II. La temperatura dello stomaco umano è di 30 gradi R., giusta le osservazioni di Helm (6) e di Beaumont (7). Essa non comporta

(1) *Storia dell' Accad. delle sc.*, 1752, p. 30.

(2) *Opere*, t. II, p. 399.

(3) *Ivi*, t. II, p. 432-433.

(4) *Loc. cit.*, p. 37.

(5) *Muller, Archiv*, 1838, p. 13.

(6) *Zwey Krankengeschichten*, p. 12.

(7) *Loc. cit.*, p. 87.

mutamento durante la digestione considerata in sè stessa; ma può essere accresciuta o diminuita dagli alimenti, e massime dalle bevande, le quali, attraversando rapidamente la bocca e l'esofago, conservano la loro temperatura fin nello stomaco (1). Così Beaumont osservò (2) che quando il suo malato aveva bevuto un bicchiere di acqua a dieci gradi R., il termometro, introdotto nello stomaco, scendeva dai 30° ai 16°, e riascendeva, in capo a due minuti, alla sua gradazione ordinaria. Vide Vater (3), in un caso di ano artificiale, la membrana mucosa dell'intestino impallidire e rinserrarsi con forza pel contatto dell'acqua fredda. Niun dubbio che la digestione non sia alterata per tale influenza, e favorita, all'opposto, dal calore naturale del canale digerente. Il calore risulta favorevole a qualunque dissoluzione; per tal guisa la digestione stomacale non incomincia, negli animali testè uccisi che quando la temperatura esterna oltrepassa 10 gradi R. Secondo Spallanzani (4), la dissoluzione della carne nel succo gastrico richiede per lo meno dieci in venti gradi di calore, ed è alla temperatura di 40° in 45° che essa progredisce con maggior rapidità. Beaumont (5) ed Hood (6) fecero la stessa osservazione. Secondo Schwann (7) la dissoluzione nel succo gastrico artificiale richiedeva quattro volte tanto tempo alla temperatura di 10° in 12° che a quella di 32°. Ma se l'appetito e la digestione crescono e diminuiscono insieme colla temperatura, come osservò Trembley nei polipi, Spallanzani nei serpenti (8), Hunter (9) e Krimer (10) nelle rane, questo effetto non proviene già dalla immediata influenza della temperatura, ma dipende piuttosto dal seguire la digestione passo a passo l'attività vitale, in generale, e specialmente la consumazione che n'è la conseguenza.

III. L'azione del sistema nervoso esercita grandissima influenza. Fu dessa considerata, non solo come condizione necessaria, ma inoltre come il vero principio della digestione. Si si fonda, per ciò, sulle conseguenze che induce la lesione di certe parti del sistema nervoso. Tuttavia nulla di più facile quanto trarre risultati inesatti da esperienze praticate sotto

(1) *Magendie, Compendio element., t. II, p. 124.*

(2) *Loc cit., p. 91.*

(3) *Philos. Trans., t. XXXI, p. 89.*

(4) *Opere, t. II, p. 488.*

(5) *Loc. cit., p. 101, 147.*

(6) *Analytic physiology, p. 169.*

(7) *Muller, Archiv, 1836, p. 107.*

(8) *Opere, t. II, p. 536.*

(9) *Observations on certain parts of the animal economy, p. 108.*

(10) *Versuch einer Physiologie des Blutes, p. 38, 46.*

tale aspetto, stante che puossi allegare in prova di disordine o di sospensione della digestione, la presenza dei rimasugli di alimenti, i quali, anche nello stato normale, rimangono alcun tempo nello stomaco, od attribuire alla lesione del sistema nervoso un disordine reale che sopraggiunge, ma che dipende da circostanze accessorie. Per tal guisa Breschet ed Edwards consigliano, onde riparare al primo di siffatti inconvenienti, di avere sempre, nel tempo stesso che l'animale sul quale si sperimenta, un altro animale della medesima specie, ma intatto, che serva di oggetto di comparazione (1); per tal guisa pure Leuret e Lassaigue vogliono, onde evitare il secondo, che si pratichi la sezione del nervo pneumo-gastrico senza aprire il petto e l'addomine, contentandosi di praticare una ferita al collo, e di prevenire il disordine della digestione mediante la tracheotomia (2).

1.° La legatura o la sezione dei due nervi pneumo-gastrici ha per risultato, secondo Haller (3), che gli alimenti rimangono nello stomaco senza essere digeriti, e che essi vi passano eziandio alla putrefazione. Un disordine della digestione fu osservato da Wilson Philipp (4) sopra conigli, da Blainville (5) sopra piccioni e galline, da Dupuy (6) sopra cavalli e pecore, da Legallois (7) sopra porci d'India ed altri animali. Ma segue dalle esperienze di Emmert (8), Broughton (9), Breschet ed Edwards (10), Vavasseur (11), Ware e Finlay (12), Mayer (13), Leuret e Lassaigue (14), Brachet, Muller e Diekhof (15), che se la sezione di questi nervi affievolisce e rallenta la digestione, essa non la sospende già intieramente.

2.° La eccisione di una porzione del cervello opera in pari modo, soltanto con maggior forza, secondo Breschet. Alcune anitre alle quali Magendie levò il cervello e gran parte del cervelletto, vissero dieci

(1) *Annali delle sc. nat.*, t. IV, p. 258.

(2) *Ricerche sulla digestione*, p. 129.

(3) *Elem. physiol.*, t. I, p. 462. — *Opera minora*, t. I, p. 350.

(4) *Ueber die Gesetze der Functionem des Lebens*, p. 97.

(5) *Gehlen, Giornale*, t. VII, p. 532.

(6) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. IV, p. 108.

(7) *Esp. sul principio della vita*, p. 214.

(8) *Reil, Archiv*, t. IX, p. 408.

(9) *Giornale di Magendie*, t. I, p. 123.

(10) *Annali delle scienze naturali*, t. IV, p. 258.

(11) *Archivii generali*, t. II, p. 494.

(12) *Gerson, Magazin*, t. XVII, p. 486.

(13) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, p. 78.

(14) *Ricerche sulla digestione*, p. 133.

(15) *Muller, Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 531.

giorni, e digerirono benissimo durante questo tratto di tempo, mentre una lesione della midolla allungata portava lo scompiglio nella digestione. Osservò Breschet eziandio, sopra un giovane cane a cui esso aveva levato un lembo della parte posteriore del cervello e della midolla allungata, che la carne inghiottita prima della operazione era tuttavia intatta, dopo cinque ore, nella porzione cardiaca dello stomaco, mentre essa incominciava ad essere digerita nella porzione pilorica. Finalmente Krimer (1) dice avere osservato che la digestione continuava senza il minimo disordine in una rana alla quale egli aveva tagliata la testa e legato il collo per impedire la perdita del sangue.

Si domanda come opera qui la lesione del nervo pneumogastrico e del suo organo centrale.

3.° Magendie pretende che la sezione del nervo operi sulla digestione soltanto scompigliando la respirazione, e che essa non eserciti veruna influenza sopra la prima di queste due funzioni allorquando fu praticata, non al collo, ma nel petto, sotto la origine dei nervi polmonari. Ma, sebbene il disordine concomitante la respirazione contribuisca per certo ad alterare ancora più la digestione, Brachet, Breschet e Vavas seur, dopo aver tagliato l'esofago immediatamente sopra lo stomaco, per non lasciar iscappare verun filamento del nervo, trovarono tuttavia poco o nulla digerito il foraggio che l'animale aveva preso sette in otto ore prima.

4.° Wilson ed altri ammettono che il nervo determini la secrezione del succo gastrico. Tiedemann e Gmelin gli assegnano per uso speciale di decomporre i sali neutri del sangue, e di procurare così al succo gastrico il suo acido libero, ciò che ammette egualmente Eberle (2). Ma le osservazioni di Blainville, di Leuret e Lassaigne (3), di Mayer, di Krimer (4), di Prevost e di Leroyer (5), di Brachet, di Muller, di Diekhof, di Arnold (6) insegnarono che la secrezione del succo gastrico acido persiste dopo la sezione del nervo, sebbene essa sia meno abbondante. Credeva Wilson aver trovato che dopo la distruzione della influenza nervosa, il galvanismo ristabilisce la secrezione del succo gastrico, e con essa la digestione; che in conseguenza l'azione del nervo è di natura elettrica, e Matteucci paragonava quest'azione a quella del polo positivo (7). Breschet

(1) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 59.

(2) *Loc. cit.*, p. 147.

(3) *Loc. cit.*, p. 133.

(4) *Loc. cit.*, p. 58.

(5) *Bibliotheca universale*, t. XXVII, p. 235.

(6) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, P. II, p. 76.

(7) *Froriep, Notizen*, t. XL, p. 129.

ed Edwards credettero dapprima (1) poter concludere dalle loro osservazioni che il galvanismo sostituisca qui la influenza dei nervi; ma, più tardi (2), essi riconobbero che se quest'agente viene realmente in aiuto della digestione, il modo di applicazione dei poli è affatto indifferente, che in conseguenza non evvi colà polarità determinata. D' altra parte, il galvanismo non dimostrò veruna influenza sulla digestione nelle esperienze di Ware e Finlay (3), come neppure in quelle di Muller (4).

5.° Il movimento dell'esofago, sebbene sia affatto involontario, dipende dall' azione dei nervi pneumogastrii, in guisa che puossi provocarlo od accrescerlo irritando questi nervi, ed annientarlo tagliandoli. In questo ultimo caso, si trova la parte inferiore del condotto distesa dagli alimenti presi dopo l' operazione e che vi si accumularono. Camminando sulle traccie di Valsalva, Wilson, Broughton, Diekhof ed Astley Cooper, attribuiscono questo effetto alla paralisi dell' esofago, che non gli permette di cacciare gli alimenti nello stomaco. Pretende Mayer che esso non sia mica paralizzato, ma che i suoi movimenti, divenuti antiperistaltici, facciano sortire le sostanze alimentari dallo stomaco (5). In fatti, la sezione del nervo è ordinariamente seguita da vomiti, i quali, secondo Wilson, avvengono subito quando lo stomaco è pieno; in capo a qualche tempo, se è vuoto; talvolta eziandio, come vide Mayer, il domani soltanto. Quando la legatura dell' esofago impediva l' animale di vomitare, Leuret e Lasaigne (6) trovavano che il foraggio era rimontato fin all' altezza del laccio. Ma il vomito stesso può essere considerato, secondo Dupuy e Breschet, come conseguenza della paralisi, dappoichè la porzione pilorica dello stomaco, che riceve rami dai nervi gran simpatici e diaframmatici, il diaframma e la parete muscolare del basso-ventre acquistarono un deciso predominio sulla porzione cardiaca dell' esofago (7). Secondo Breschet, ciò che altera la digestione, è il sospendimento del movimento dello stomaco che dovrebbe moltiplicare il contatto degli alimenti col succo gastrico, giacchè la funzione si ristabiliva, come per l' effetto del galvanismo, quando facevasi comunicare insieme le due estremità del nervo tagliato mediante un filo metallico, o con seta e del vetro, o quando si fissava la estremità inferiore, mediante un filo, ad un muscolo il cui

(1) *Archivii generali*, t. II, p. 499.

(2) *Annali delle scienze nat.*, t. IV, p. 261, 269.

(3) *Loc. cit.*, p. 486.

(4) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 60, 532, 618.

(5) *Loc. cit.*, p. 96.

(6) *Loc. cit.*, p. 133.

(7) *Burdach, Vom Baue des Gehirns*, t. III, p. 67.

movimento lo stirava del continuo. Ammettè altresì Brachet che il nervo determini la digestione eccitando il movimento dello stomaco, e che puossi ristabilire tale funzione colla irritazione, tanto meccanica che galvanica, del viscere. Avendo fatto mangiare un cane, gli punse per otto minuti la estremità del nervo, tagliato all' altezza del collo, poi ne recise un lembo, irritò di nuovo la superficie fresca durante lo stesso tratto di tempo, e continuò così per quattro ore e mezzo, dopo le quali esso trovò la carne in parte digerita nello stomaco ed alquanto chimo passato nell' intestino tenue. Ma, giusta le esperienze di Magendie (1), di Wilson e di Mayer, il movimento dello stomaco e la propulsione del chimo nell' intestino non sono fermati dalla sezione del nervo. Trovò eziandio talvolta Brachet chimo nell' intestino tenue, cosa di cui egli dà una spiegazione forzatissima, dicendo, che vi fu spinto, non dallo stomaco, ma dagli alimenti presi per ultimi. D'altronde, più di una volta la digestione rimase tanto incompiuta quando esso irritava il nervo, come quando egli lo lasciava in riposo. Assicura Wilson altresì che ripetendo le esperienze di questo fisiologo, egli non trovò la digestione differente di quello che essa è nel caso di semplice sezione del nervo. Avendo Arnold reciso una porzione del nervo pneumogastrico nel collo, sopra galline e piccioni, osservò, non già il compiuto sospendimento, ma l' affievolimento considerabile della digestione e del movimento sì del gozzo che del ventriglio (2); ma, quando egli concluse da ciò che il nervo influisca sopra la digestione mediante i movimenti che provoca, non puossi accordargli siffatta proposizione che con grandi restrizioni. Muller non vide mai la irritazione meccanica o galvanica del nervo determinare i movimenti dello stomaco, quali si osservano quando irritasi immediatamente il viscere. I muscoli gastrici operano adunque indipendentemente dai nervi; ma siccome essi non sono affatto sottratti alla loro influenza possono talvolta essere determinati da essi. Per tal guisa Bichat vide lo stomaco contrarsi, mentre che irritavasi il nervo pneumo-gastrico sul collo. I movimenti dello stomaco e degli intestini furono egualmente osservati da Tiedemann e Gmelin, dopo la irritazione della porzione pettorale del nervo mediante lo scalpello e l' alcool. Allorquando Brachet applicava i poli di una pila voltaica ai nervi pneumo-gastrici ed allo stomaco, egli non sentiva che un lieve movimento di tremito al momento in cui la catena si chiudeva, e Schultz osservò (3) che la galvanizzazione di questi nervi aumentava bensì il movimento peristaltico, ma

(1) *Compendio elementare*, t. II, p. 21.

(2) *Loc. cit.*, t. II, p. 78.

(3) *De aliment. concoct.*, p. 29.

non lo rianimava punto quando esso era già cessato. Ammette Brachet che i movimenti della parte superiore dell'intestino tenue dipendano egualmente dall'ottavo paio; ma le esperienze da esso allegate in appoggio di questa ipotesi, e che stabiliscono un soggiorno più prolungato del chimo nell'intestino tenue dopo la sezione del nervo, non sono prove sufficienti. Secondo Magendie (1), il movimento del duodeno non è arrestato da siffatta operazione.

6.° La porzione mediana dell'intestino non riceve che rami dal gran simpatico, e siccome questi rami racchiudono filamenti dei nervi rachidici, essa trovasi collocata sotto la influenza della midolla spinale. Ciò deve essere, secondo Krimer (2), una delle condizioni della digestione, atteso che questa continuava nelle rane, dopo la decapitazione, quando avevasi cura di mantenere la respirazione, ma si arrestava subito dopo il togliimento della midolla rachidica. Pensa altresì Brachet che debba trovarsi colà specialmente la causa del movimento peristaltico, pel motivo che avendo praticato la sezione trasversale della midolla all'altezza dell'ultima vertebra dorsale in una capibara, 4 ore dopo che l'animale prese alimenti, trovò, otto ore più tardi, la porzione superiore dell'intestino tenue vuota, e la inferiore piena, del pari che il crasso intestino. Scorgesi però senza fatica che questa ultima osservazione non prova già che siavi stata paralisi dell'intestino tenue, e che la cessazione della digestione e del movimento peristaltico dopo la distruzione violenta della midolla spinale non è motivo sufficiente per ammettere che il cordone rachidico concorra in modo essenziale a queste due funzioni. Allorquando Wilson uccideva conigli, poi distruggeva la midolla spinale con ferro infuocato, o la levava insieme col cervello, il movimento dello stomaco e dell'intestino continuava senza disordine finchè questi visceri si fossero freddati all'aria. Avviene la stessa cosa quando si tagli il tronco del gran simpatico, se legasi o tagliansi i rami che esso invia all'intestino ove si distruggono i suoi gangli, e si stacchi lo stesso intestino dal mesenterio, come attestano Bichat, Magendie e Muller. In onta però di questa indipendenza del movimento intestinale, non è desso meno soggetto alla influenza del sistema nervoso, solamente ad un grado limitato. Ne abbiamo la prova nelle esperienze fatte da Mangili col semplice galvanismo. Quando i due metalli eterogenei erano applicati al nervo gran-simpatico, non avveniva verun movimento, ma se mettevasi uno di essi in rapporto col nervo e l'altro con l'intestino, vedevasi

(1) *Loc. cit.*, p. 99.

(2) *Loc. cit.*, p. 59.

comparire certo debole movimento, il quale non acquistava maggior forza come quando si ponevano i due metalli in contatto collo stesso intestino. Wutzer e Mayo non videro verun movimento succedere alla irritazione dei nervi intestinali, ma, secondo Muller l'applicazione di una forte pila voltaica o della potassa caustica, tanto ai nervi simpatici, quanto al plesso solare, accresceva il movimento dell'intestino, e l'eccitava di nuovo quando esso aveva cessato. Osservò pure frequentemente Wilson che l'applicazione dell'alcool al cervello ed alla midolla spinale rendeva il movimento peristaltico più vivo, e Schwarz (1) vide le punture del cervello determinare talvolta un movimento convulsivo degli intestini. È lo stesso della digestione. Le esperienze di Wilson ne insegnano che essa soffriva quando avevasi distrutto una gran parte della midolla spinale. Siffatta operazione, secondo Breschet, la rallenta e l'affievolisce senza arrestarla compiutamente. Secondo Brachet, dopo la sezione della midolla a diverse altezze, essa continuava quasi sempre ad effettuarsi tanto bene, come se non si avesse praticato veruna lesione.

7.° Nella antichità, avevasi fatto provenire la digestione dall'afflusso degli spiriti nervosi nello stomaco, ed Haller, riportando siffatta opinione (2) aggiunge, che non puossi nè confutarla nè provarla. Tuttavia i fatti che furono indicati superiormente rovesciano la ipotesi secondo cui l'azione nervosa sarebbe, propriamente parlando, il principio attivo della digestione. Baumgaertner riconosceva con ragione che l'essenziale di questa ultima funzione, consiste nell'azione vivente e vivificante delle pareti dello stomaco sopra gli alimenti; ma quando esso ammette che i nervi gastrici comunicano qualche cosa alle sostanze assimilabili, mediante la loro azione immediata, non possiamo in ciò vedere che la riproduzione sotto una nuova forma dell'antica ipotesi degli spiriti nervosi. L'organismo vivente digerisce in virtù di una forza assimilatrice che gli è inerente, ed esso si crea i mezzi di pervenirvi formando i suoi proprii organi, i suoi proprii liquidi; l'azione dei suoi organi non è già isolata, ma si attiene a tutto il complesso della vita; la espressione di questo legame è il sistema nervoso da un lato ed il sistema sanguigno dall'altro; quindi qualunque lesione dell'uno o dell'altro di questi due sistemi induce un disordine nella digestione. Adunque, quando si toglie allo stomaco, per esempio tagliando i suoi nervi, uno dei membri di sua organizzazione, che vive soltanto mediante le sue connessioni con tutto il complesso della vita, non si sopprime già

(1) *Burdach, loc. cit., t. III, p. 70.*

(2) *Elem. physiol., t. VI, p. 309.*

perciò il potere inerente in esso ed inseparabile dalla stessa sua natura, ma lo si fa agire con minor forza; la sua turgescenza diviene meno considerabile, come in ogni organo la cui vitalità si abbassa, ed ecco il motivo per cui tutti gli osservatori lo trovarono allora floscio, liscio, senza piegature e disteso. Vi si scorge spesso eziandio certa congestione passiva, dovuta al predominio acquistato dal sistema sanguigno, che rende la membrana mucosa rossa (§. 847, 3.^o), fenomeno indicato tra gli altri da Broughton, Leuret e Lassaigne, e che Gendrin (1) riguarda come una infiammazione che altera la digestione.

8.^o La influenza della vita animale si manifesta in diverse affezioni del cervello (2), che apportano dietro sè, ora vomiti, ora anomalie della digestione, con diarrea o stitichezza. Ned è men potente quella dell' anima (3). Confermò Gosse, colla osservazione immediata, il fatto generalmente conosciuto del disordine che i lavori di gabinetto a cui si dà subito dopo il pasto, apportano alla digestione, la quale viene favorita, all' opposto, dal riposo dello spirito e da un lieve movimento. Vide Beaumont (4) coi suoi proprii occhi, la membrana mucosa dello stomaco divenire rossa e secca, o pallida ed appannata, per effetto di certa commozione morale; osservò desso egualmente (5) che un esercizio moderato fa ascendere la temperatura dello stomaco di circa un grado, e progredire la digestione con maggiore vivacità, che il succo gastrico perde la sua acidità quando l'individuo incomincia a sudare, e che un movimento faticoso rallenta la digestione.

IV. Siccome la pianta abbisogna, per vegetare, di trovar aria fin nel suolo, e che l'azione di un gas irrespirabile sopra le sue radici la fa perire (6); siccome, inghiottendo gli alimenti, introdUCesi eziandio aria nel canale digerente; siccome finalmente l'acqua non è una bevanda salubre se non in quanto essa contiene aria, sarebbe possibile che l'aria atmosferica avesse della influenza sulla digestione, e che essa fosse decomposta durante tale operazione. Però questa non è che una semplice congettura. Dice bensì Plagge (7) che dopo la legatura dell'esofago di un piccione, la digestione della vecchia, preventivamente introdotta nel gozzo, non fu tanto

(1) *Storia anat. delle infiammazioni*, t. I, p. 584.

(2) *Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirns*, t. III, p. 68.

(3) *Esquirol, Delle malattie mentali*. Parigi, 1838, p. 434.

(4) *Loc. cit.*, p. 72.

(5) *Ivi*, p. 63.

(6) *Raspail, Nuovo sistema di fis. vegetale*, Parigi, 1837, t. II, p. 41.

(7) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. VII, p. 221.

compiuta come suol esserlo; ma questa osservazione non può essere considerata come prova sufficiente. Pensava Reich che l'acidificazione del chimo fosse dovuta all'ossigeno dell'aria atmosferica inghiottito colla saliva, e Moscati riguardava come cosa probabile che la digestione consista nell'abbandonare il succo gastrico dell'ossigeno alla massa alimentare, la quale, alla sua volta, gli dà idrogeno. Osservò Schwann (1) che, almeno durante la dissoluzione delle sostanze nutritive nel succo gastrico artificiale, non si svolge verun gas, e che non evvi maggior assorbimento dell'ossigeno atmosferico che di quello delle sostanze animali.

V. Finalmente si tentò attribuire alla milza un ufficio importante nella digestione. Ma la estirpazione di quest'organo non isconvolse la funzione digerente che in pochi casi, e d'ordinario rimase senza veruna influenza (2). Pensavano gli antichi che la milza invii allo stomaco, mediante le vene gastriche, un succo acido, un fermento, od un atrabile, la quale aiuti la digestione (3). Pretende Oken (4) che essa ossidi il succo gastrico, e che si comporti verso lo stomaco come l'aria riguardo al polmone. Gli assegna Clarke (5) per uso di conservare il superfluo della bevanda, all'oggetto di riportarlo più tardi allo stomaco, per allungare il chimo. Secondo altri, essa attrae a sè il sangue, cui invia poscia allo stomaco durante il lavoro della digestione (§. 742, 4.º). Avendo veduto Home (6) le materie coloranti cui introduceva nello stomaco, dopo aver legato il piloro, a ricomparire in capo a qualche tempo nella orina, credette, colla scorta di tutto questo, che una parte della bevanda si rechi dallo stomaco alla milza; più tardi però esso riconobbe che lo stesso fenomeno accade anche dopo la estirpazione della milza. Niuna delle ipotesi nelle quali si fa concorrere questo viscere alla digestione non posa sopra la minima prova.

(1) Muller, *Archiv*, 1836, p. 82.

(2) Haller, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 421. — Assolant, *Ric. sulla milza*, p. 135.

(3) Haller, *loc. cit.*, t. VI, p. 154.

(4) *Die Zeugung*, p. 167.

(5) Heusinger, *Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz*, p. 113.

(6) *Lectures on comparative anatomy*, t. I, p. 225.

SECONDA SUDDIVISIONE

DELLA FORMAZIONE DEL SANGUE NEL SISTEMA LINFATICO.

CAPITOLO PRIMO

Differenza tra la linfa, il chilo ed il sangue.

§. 958. Evvi un fatto il quale prova la identità della digestione e del riassorbimento, vale dire, che i loro due prodotti si rassomigliano, quanto al fondo. Il chilo e la linfa sono liquidi alcalini, contenenti globetti, composti di acqua, fibrina, albumina, osmazomo, ptialina e sali, e che, per la coagulazione della fibrina, si separano in crassamento ed in siero (§§. 912, 949). Ambidue devono la propria origine all' azione vitale diretta verso lo scopo della conservazione dell' organismo (§§. 914, 955), sono prodotti dalla trasformazione delle diverse sostanze esistenti (§§. 915, 952), passano insieme in un solo ed identico sistema vascolare, e sono destinati a convertirsi in sangue, di cui devono riparare la perdita.

I. Non esiste tra il chilo e la linfa altro che una differenza puramente relativa. Mediante il riassorbimento, l'organismo riprende i materiali organici logorati di sua propria sostanza, e li riporta nel torrente della circolazione per vivificarli di nuovo, per separarne ciò che non è più suscettibile di revivificazione ed eliminarlo mediante organi secretorii: per la digestione, esso s' impossessa di certa sostanza organica estranea, morta od uccisa da lui, conduce nel suo interno, nel sistema vascolare, la materia da esso formata, conformemente alla sua propria natura, cui così richiamò alla vita, e respinge quanto resiste a siffatta conversione attraverso lo stesso canale che aveva servito a ricevere il tutto, dopo averlo mescolato coi suoi propri prodotti secretorii. Nell' uno e nell' altro atto, si stabilisce un movimento durante cui la vita ringiovanisce la materia espirante, all' oggetto di mantenere la vitalità del tutto e delle sue parti. Il riassorbimento costituisce il ritorno nel sistema entoplastico (§. 910, 1.º 2.º) che libera ogni tessuto di sua materia morta, e somministra all' organismo i materiali di nuova formazione (§. 909, III); durante la digestione, la vita è diretta verso l' esterno, operando una metamorfosi mediante cui essa mantensi tanto nella sua forma individuale quanto nella sua manifestazione universale (§. 955, 12.º). Ma la differenza tra i due prodotti consiste nel

contenere il chilo più globetti, nell'essere desso più carico di sostanze organiche, in particolare di fibrina (di cui conteneva 0,0037 in un cavallo, mentre non ve n'era che 0,0013 nella linfa) (1), di albumina (2) e di materia estrattiva (di cui il siero di altro cavallo conteneva 0,050, mentre non ascendeva che a 0,037 in quello della linfa) (3). Si coagula con più rapidità, e contiene spesso, allo stato di libertà e di sospensione, del grasso che non si trova nella linfa se non allo stato di combinazione.

II. Il chimo e la linfa sono i germi del sangue, capaci di divenire sangue, ma ancora allo stato imperfetto.

1.° Essi differiscono dal sangue per la loro gravità specifica minore (secondo Brande, Macaire e Marcet), il numero men considerabile dei loro globetti, finalmente la proporzione men elevata delle loro parti solide (0,08 a 0,10, mentre ve ne ha 0,21 a 0,26 nel sangue), in particolare dell'albumina; per opinione di Reuss ed Emmert (4) il siero del chilo lascia coll'evaporazione 0,05 di residuo secco, e quello della sierosità del sangue 0,22. La quantità dei loro sali si avvicina a quella che esiste nel sangue. Le analisi precedentemente citate (§§. 684, 912, 949) non istabiliscono che essi racchiudano men fibrina, come si pretese. Il chilo contiene, almeno spesso, più grasso, e sempre più osmazomo, del sangue, e la linfa si avvicina ad esso sotto tale aspetto.

(Centoquarantadue grammi di chilo proveniente da un cane, e che non era per anco compiutamente coagulato, furono posti nell'acqua, ed agitati con essa per molte ore, sicchè formossi un liquido leggermente lattiginoso, in cui scorgevansi fiocchi bianchi. Venne feltrato il tutto attraverso carta bibula, e pesato il residuo; questo ascendeva a poco più di due grani. Duecentoquaranta grani di sangue dello stesso cane, che era stato ucciso mediante la sezione dell'arteria crurale, furono battuti freschi con piccola bacchetta di legno, finchè desso non decomponesse più fibrina. Si raccolse la fibrina, la si seccò in carta bibula e la si pesò; il suo peso era di grani 17 $\frac{1}{2}$. In conseguenza, il sangue conteneva 0,0739 ed il chilo 0,0540 di fibrina. Centocinquantadue grani di chilo di cane ricevuti in un vetro di oriuolo, furono esposti al calore e diedero 10 grani di residuo secco. Centosettantacinque grani di sangue, in gran parte arterioso, proveniente dallo stesso animale, lasciarono 55 grani di residuo secco, dopo essere

(1) Tiedemann e Gmelin, *Ricerche sulla digestione*, t. I.

(2) Scherer, *Giornale*, t. V, p. 700.

(3) Reil, *Archiv*, t. VIII, p. 170.

(4) Scherer, *Giornale*, t. V, p. 166.

stati trattati esattamente nella stessa maniera. I due residui furono infranti in piccoli pezzi e posti entro fiaschi otturati, con forte alcool. Dopo qualche tempo felterossi il contenuto dei due fiaschi, e si fece evaporare lentamente l'alcool, entro vetri di oriuolo. Durante la evaporazione non comparve gocciola di grasso sopra l'alcool col quale avevasi trattato il sangue, mentre l'altro ne presentò. Il residuo secco ottenuto fu di tre grani e mezzo pel chilo e di due grani e mezzo soltanto pel sangue. Questi residui furono redisciolti nell'acqua, e la tintura di noce di galla instillata nel liquore, ne precipitò fiocchi bianchi, i quali erano in conseguenza osmazomo. La quantità di quest'ultimo ascendeva a 0,0220 nel chilo, ed a 0,0111 nel sangue) (1).

2.^o La causa delle differenze esistenti tra il sangue da una parte, il chilo e la linfa dall'altra, sotto l'aspetto delle qualità, proviene principalmente dalla proporzione diversa dei materiali introdotti. Secondo le analisi elementari che furono riportate (§§. 685, 2.^o; 950, 10.^o), il chilo contiene più carbonio ed ossigeno, ma men azoto ed idrogeno del sangue.

3.^o Trovò Muller i globetti del chilo e della linfa eguali in volume a quelli del sangue (2). Wagner li dice più grossi nei mammiferi in generale (3), ed H. Nasse nell'uomo in particolare (4), Cruikshank, Krimer (5), Prevost e Dumas, Mayer (6) assicurano che essi sono più piccoli di quelli del sangue nei mammiferi in generale; Krause (7) nell'uomo specialmente, Arnold (8) nell'uomo e nei cani, Muller (9) nei vitelli e nelle capre, Poiseuille (10) nei sorci, Wagner (11) negli uccelli, nei rettili e nei pesci, Muller (12) e Valentin (13) nelle rane. Ma, generalmente parlando, la loro grossezza varia molto, secondo la osservazione già fatta da Schultz (14) e Blainville (15). Wagner pretende (16) che le differenze da essi presentate

(1) Giunta di Ernesto Burdach.

(2) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 247.

(3) *Beitraege zur vergleichenden Physiologie*, p. 47.

(4) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. V, p. 23.

(5) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 127.

(6) *Outlines of human physiology*, p. 160.

(7) *Handbuch der menschlichen Anatomie*, t. I, p. 499.

(8) *Lehrbuch der Physiologie*. Zurich, 1837, t. II, p. 193.

(9) *Loc. cit.*, p. 247, 543.

(10) Breschet, *Del sistema linfatico*. Parigi, 1836, p. 30.

(11) *Loc. cit.*, p. 31.

(12) *Loc. cit.*, p. 143.

(13) *Repertorium*, t. II, p. 71.

(14) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 117.

(15) *Corso di fisiologia*. Parigi, 1833, t. I, p. 192.

(16) *Loc. cit.*, p. 25.

a tale riguardo sono infinitamente più considerabili di quelle che osservansi fra i globetti del sangue, e Muller li trovò (1) d'ordinario più piccoli di questi ultimi, taluni di eguale grossezza, ed altri più voluminosi. D'altronde, essi non hanno neppure forma cotanto regolare (2); sono granellati alla superficie, secondo Wagner (3), non appianati, ma globosi e circolari, anche negli animali che hanno globetti di sangue ellittici (4). Inoltre, non combiano tanto rapidamente come questi ultimi, e si possono tenere per giorni intieri sott'acqua senza che essi patiscano verun cambiamento (5); pretende Vogel (6) che i globetti del chilo e della linfa abbiano 0,0025 in 0,0033 di linea di diametro (quelli del sangue ne hanno 0,0033), che essi sono granellati, e che l'acido acetico li dissolve in un involucre ed un nocciolo.

4.° Il chilo e la linfa non sono, secondo Muller (7), tanto fortemente alcalini quanto il sangue.

5.° La fibrina del chilo non ha, secondo Vauquelin (8), la tessitura fibrosa, la solidità e la elasticità che appartengono a quella del sangue, ed assicurava questo chimico, al pari di Marcet (9), che essa passa dopo qualche tempo ad uno stato quasi liquido. La distingue inoltre, secondo Vauquelin, il disciorsi essa più rapidamente e più compiutamente nella potassa caustica, senza lasciar residuo; Brande assicura che essa si scioglie egualmente nei carbonati alcalini, svolgendo alquanto ammoniacca (10), ciò che attestano egualmente Prevost e Leroyer (11). Gli acidi precipitano dalla dissoluzione dell'albumina. Prout la dice (12) più difficile a disciogliersi nell'acido acetico, il quale, giusta la osservazione di Brande, non ne opera la dissoluzione che mediante la bollitura, e non ne discioglie che una piccolissima quantità, la quale si depone in fiocchi bianchi mediante il freddamento. Questi caratteri determinarono Vauquelin a considerarla

(1) *Loc. cit.*, p. 217.

(2) *Blainville, loc. cit.*, t. I, p. 192. — *Schultz, loc. cit.*, p. 117. — *Muller, loc. cit.*, t. I, p. 543.

(3) *Loc. cit.*, p. 47.

(4) *Ivi*, p. 24.

(5) *Ivi*, p. 26.

(6) *Untersuchungen ueber Eiter*, p. 86.

(7) *Loc. cit.*, p. 142, 535.

(8) *Annali del Museo*, t. XVIII, p. 245.

(9) *Annali di chimica*, t. II, p. 43.

(10) *Schweigger, Giornale*, t. XV, p. 371.

(11) *Biblioteca universale*, t. XXVII, p. 233.

(12) *Schweigger, Giornale*, t. XXVIII, p. 210.

come albumina, la quale incomincia a divenire fibrina, sembrando essere il nutrimento convertito dapprima in albumina, che passa subito allo stato di fibrina. Secondo Brande, essa somiglia più alla materia caseosa che alla fibrina del sangue.

6.° L'albumina del chilo non sembra essere maggiormente perfetta; viene precipitata dall'alcool; trattata colla potassa caustica, non dà, secondo Vauquelin, che un liquido lattiginoso, il quale non è trasparente, come quello che si ottiene dall'albumina del sangue. Assicura Prout che, posta a lato di quest'ultima, se ne distingue facilmente per le sue qualità fisiche e per la sua maniera di comportarsi coi reattivi, senza che si possa indicare verun carattere chimico determinato a cui si riferisca questa sensibile differenza.

7.° Il chilo contiene ordinariamente del grasso libero, mentre il sangue non ne contiene che nello stato anormale. Il grasso estratto mediante l'etere è, secondo Schultz (1), oleoso quando proviene dal chilo, e cristallino se fu somministrato dal sangue.

8.° Finalmente Emmert dice che il ferro non è combinato in maniera cotanto intima nel chilo come nel sangue, che puossi estrarlo mediante l'acido nitrico, e quindi precipitarlo colla tintura di noce di galla (2). (Sessanta grani di chilo furono mescolati con mezz' oncia di acido azotico, e per avere un punto di confronto, si mescolò insieme una eguale quantità di acido ed una quantità alquanto più considerabile di sangue. Il chilo non fu disciolto, ma si rapprese in una massa analoga ad un grumo di albumina bollita, il quale aveva cambiato poco dopo 24 ore, e che per tal ragione si ridusse in pezzi. Ventiquattro ore dopo, il microscopio fece vedere nell'acido chiaro una quantità di piccolissimi granelli, aventi all'incirca da $1/10$ ad $1/8$ del volume di un globetto di chilo, i quali ad un ingrossamento di 300 diametri, rassomigliavano a piccolissime perle lisce, ma che, ad un ingrossamento di 500 diametri, rappresentavano globetti alquanto colorati, non affatto sferici. Il sangue, in cui si versò acido, formò istantaneamente un liquido nero e torbido, e sembrò compiutamente disciolto, prescindendo da alcuni piccoli grumi neri; col microscopio si scopersero alcuni corpicelli colorati, aventi all'incirca il terzo del volume di quelli del sangue, e la cui forma, ad un ingrossamento di 500 diametri, non era regolarmente rotonda. Dopo tre giorni, l'acido contenente il chilo aveva assunto un colore leggermente verdastro, ed il chilo sembrava disciolto,

(1) *Das System der Circulation*, p. 41.

(2) *Reil, Archiv*, t. VIII, p. 162.

prescindendo da pochi fiocchi bianchi caduti nel fondo del vaso. Allungaronsi allora le due soluzioni con acqua, e si passarono attraverso un filtro di carta. Dopo aver ottenuto circa la metà di questi due liquori, quella del chilo senza colore, l'altra del sangue di tinta orinosa, nei quali il microscopio non faceva scorgere veruna particella, si ripartì il tutto in otto bicchieri, per guisa che due contenessero la dissoluzione chilosa feltrata, due quella che non era chiara, due la dissoluzione feltrata del sangue, e due finalmente quella che non era limpida. Si versò allora in uno dei bicchieri del cianuro di potassio, e nel secondo della tintura di noce di galla. Il cianuro di potassio fece prendere sull'istante un colore verde chiaro alla dissoluzione feltrata del chilo, mentre quella che non era stata feltrata divenne azzurra carica, la dissoluzione feltrata del sangue di color verde carico, e la non feltrata verde-nerastra. La tintura di noce di galla determinò nella dissoluzione feltrata del chilo un lieve intorbidamento passeggero, seguito di permanente colorazione in giallo; essa mescolossi colla dissoluzione feltrata del sangue producendo alquanto effervescenza e cagionando un intorbidamento latteo passeggero; versata nelle dissoluzioni non feltrate di chilo e di sangue, essa vi fece nascere soltanto un intorbidamento persistente ed un colore brunastro. Dopo 24 ore, scorgevasi ovunque un colore alquanto carico, ed il color azzurro della dissoluzione non feltrata del chilo aveva ceduto il luogo ad altro bruno traente al nero) (1).

CAPITOLO II.

Della conversione incipiente del chilo e della linfa in sangue.

I. CAMBIAMENTI NELLE PROPRIETÀ.

§ 959. Il chilo e la linfa, questi germi del sangue che l'organismo vivente, obbedendo alla tendenza che lo spinge a fare quanto può contribuire alla sua conservazione, produsse con materia che era stata organizzata, abbisognano, per giungere ad alto grado di sviluppo, di passare in un laboratorio particolare, il quale offra loro le condizioni necessarie a siffatto sviluppo. Gli animali vertebrati sono per ciò dotati di un sistema linfatico, specie di matrice in cui compiesi la covatura dell'embrione del sangue.

(1) Giunta di Ernesto Burdach.

Ho già parlato della conversione che comporta la linfa in questo sistema (§. 916). In quanto a ciò che concerne il chilo, quello che più riesce visibile si è il cambiamento comportato dal suo colore. Scopersero Reuss ed Emmert (1) che esso arrossa all'aria; il suo grumo acquista dapprima alla superficie color rosso, il quale poco a poco raggiunge altresì l'interno. Varia il coloramento sotto l'aspetto della intensità e della gradazione, dal roseo-pallido o dal bruno leggero fino allo scarlatto ed al cinabrinò. Macario e Marcet videro succedere quasi sempre l'arrossamento. Muller l'osservò di rado (2). Secondo Tiedemann (3) è nei cavalli che lo si riscontra più frequentemente; risulta raro nei cani, e più ancora nelle pecore. Vide Emmert (4) eziandio il chilo a divenire rosso-carico nel canale toracico, dopo che quest'ultimo era rimasto per alcun tempo esposto all'aria, e tale fenomeno poteva essere dovuto a del sangue introdotto per accidente, dappoichè, non solo la valvola posta all'imboccatura del canale nella vena succlavia si oppone al passaggio del sangue da questa in quello, ma inoltre il canale era stato legato nella sua parte superiore prima che il chilo vi si raccogliesse dal basso in alto, ed i vasi sanguigni erano vuoti, essendo perito l'animale di emorragia. Non è neppur cosa rara che all'apertura delle cavità addominale e pettorale si trovi il chilo rossastro, massime nel canale toracico, ed allora, come osservò Seiler, tra gli altri, questo liquido assume color rosso più intenso all'aria libera. Aveva già osservato Monro che quando i visceri di un pesce vivente rimasero per alcun tempo esposti all'aria libera, atteso l'apertura della cavità del corpo, la parte superiore del canale toracico racchiude sempre certo liquido avente il colore rosso del sangue; ma egli attribuiva questo fenomeno ad una infiammazione e ad uno spandimento del sangue determinati dalla impressione dell'aria fredda.

1.° Riconobbero Reuss ed Emmert che il chilo tratto dai vasi linfatici nei dintorni dell'intestino, arrossa pochissimo all'aria, mentre quello proveniente dal canale toracico non tarda ad assumere color roseo. Lo trovò Vauquelin (5) di color bianco di latte nel plesso lombare, e rossastro verso il mezzo dell'altezza del canale toracico. Eguale osservazione fu

(1) Scherer, *Giornale*, t. V, p. 166.

(2) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 145.

(3) *Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 87. — Hurtrel d'Arboval, *Diz. di medicina veterinaria*. Parigi, 1839, t. V, p. 558.

(4) Reil, *Archiv*, t. VIII, p. 190. — Tuebinger *Blaetter*, t. I, p. 97.

(5) *Annali del Museo*, t. XVIII, p. 240.

eseguita da Prout (1) e Seiler (2). Osservò Emmert che il chilo dei vasi mesenterici è quello che meno cambia all'aria, che quello della porzione addominale del canale toracico vi diviene alquanto rossastro, e l'altro della porzione pettorale vi acquista rapidamente un colore analogo a quello del sangue (3). Così pure vide Schultz fluire dal canale toracico, aperto nella sua parte superiore, del chilo prima rossastro, poi lattiginoso (4). Ma Tiedemann e Gmelin (5) riconobbero che il chilo, preso innanzi che avesse attraversato i gangli mesenterici, rimaneva bianco all'aria, mentre dopo il suo passaggio attraverso questi gangli, diveniva rossastro, e che quello del canale toracico coloravasi in rosso carico.

2.° Gli stessi osservatori (6) videro il chilo coagularsi prestamente nel gas ossigeno, ed assumervi intenso colore carmino avvicinandosi al colore scarlato; esso aveva assorbito per ciò 0,62 del suo volume di gas. Nell'azoto e nel gas acido carbonico, acquista color cremisino sporco, ed il grumo diviene violetto; non assorbi nulla del primo di questi due gas, e prese del secondo 0,611 del suo volume. Nel gas idrogeno solforato, assunse color verdastro. Del chilo avente il colore del sangue non cambiò allorquando Krimer lo teneva in un vaso chiuso o nel gas idrogeno (7), ma diveniva rosso-roseo all'aria libera; del chilo bianco conservò questo colore nel gas acido carbonico e nel gas azoto. Ritirato dopo 20 secondi, arrossò dopo 8 in 15 minuti di esposizione all'aria libera od al gas ossigeno, assorbendo ossigeno ed esalando acido carbonico.

3.° Se puossi già concludere dalla maniera con cui i gas si comportano, esservi rassomiglianza fra il colore del chilo e quello del sangue, il fatto venne dimostrato inoltre da Reuss ed Emmert, i quali trovarono che quando lavavasi il grumo del chilo rosso, il colore passava nell'acqua, colla quale esso attraversava un filtro, che rimaneva per alcun tempo allungato uniformemente, poi si fissava al sedimento formato dal riposo, e che gli acidi lo distruggevano.

4.° Giusta le osservazioni di Prout (8) e di Marcet (9), il chilo dei

(1) Schweigger, *Giornale*, t. XXVIII, p. 510. — Confronta Raspail, *Nuovo sistema di chimica organica*. Parigi, 1838, t. III, p. 253.

(2) *Loc. cit.*, p. 353.

(3) *Loc. cit.*, p. 145.

(4) Rust, *Magazin*, t. XLIV, p. 39.

(5) *Ricerche sulla digestione*, t. I, p. 262.

(6) *Ivi*, p. 276.

(7) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 121.

(8) *Deutsches Archiv*, t. VI, p. 91.

(9) *Annali di chimica*, t. II, p. 52.

cani nudriti di carne diviene più rosso di quello dei cani che vissero di sostanze vegetabili. Leuret e Lassaigne osservarono, all'opposto, che esso arrossavasi sotto la influenza di nutrimento composto di zucchero, gomma, patate e fibrina, mentre era bianco sotto quello del latte, del grasso, della carne, dei tendini e delle cartilagini. Tiedemann e Gmelin fecero analoghe osservazioni (1), e stabilirono per principio che il chilo si arrossa tanto più, nei cavalli e nelle pecore, quanto meglio fu nudrito l'animale. La disposizione individuale della vita può certamente esercitare un grande ufficio riguardo a questa differenza, giacchè Gurlt (2) trovò, in due cavalli egualmente nudriti di paglia, che il chilo proveniente dal canale toracico dell'uno era rossissimo, invece che quello dell'altro era bianco e non cambiava all'aria. Tuttavia l'asserzione di Tiedemann e Gmelin ha per sè le osservazioni di Emmert (3) e di Schultz (4), secondo le quali il chilo assume color rosso più visibile, od almeno si arrossa maggiormente all'aria, negli animali che digiunarono. Gurlt lo trovò egualmente scarlatto nel canale toracico di un puledro che non aveva peranco poppato.

5.° Sembra però paradossale che l'arrossamento del chilo, proprietà per la cui virtù esso si avvicina evidentemente alla natura del sangue, sia tanto meno sensibile con quanta maggior celerità cammina la ematosi e più compiuta questa diviene, e lo sia tanto meno se accade l'inverso. Esso deve adunque dipendere da altra cosa che dagli alimenti e da qualche circostanza inerente allo stesso organismo. Tiedemann e Gmelin non riconobbero nel chilo che sostanze provenienti, o dagli alimenti o dal sangue. Ora, siccome evidentemente il color rosso non trae la sua origine dagli alimenti, essi lo deducono dalla materia colorante del sangue arterioso (5). Ammettono che il suo passaggio nel chilo accada nell'interno dei gangli linfatici del mesenterio; ma pensano altresì che la milza, considerata da essi come un ganglio linfatico, vi contribuisca egualmente, la linfa che ne proviene contenente materia colorante del sangue ed arrossante il chilo al momento in cui essa giunge nel canale toracico. Secondo essi, il liquido rossastro che separano le glandole del mesenterio e la milza deve essere tanto meno scorgibile nel chilo, che gli alimenti disciolti sono assorbiti in maggior copia nel tubo intestinale, perchè allora esso trovasi maggiormente allungato

(1) *Ricerche sulla digestione*, p. 86.

(2) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 138.

(3) *Reil, Archiv*, t. VIII, p. 195.

(4) *Das system der Circulation*, p. 47.

(5) *Loc. cit.*, p. 87.

e stemperato. Muller (1) non è lontano dall' ammettere questa maniera di vedere ; giacchè pensa che la fibrina, la quale d'altronde si attiene ai globetti del sangue, penetri, forse disciolta, attraverso le pareti dei vasi linfatici. D'altronde, osserva egli (2) che, quando si trovò il chilo rossastro nel canale toracico, questo colorito poteva provenire da alcuni globetti del sangue che vi si erano introdotti dalla vena succlavia.

Per tal guisa, in questa ipotesi, l' arrossamento del chilo è attribuito ad un colore già esistente, e rimane a cercarsi l'origine di questo. Per ciò che concerne la linfa della milza, è dessa generalmente priva di colore, secondo Rudolphi ed altri. La rinvenne Seiler (3) tale nel maggior numero dei cavalli, del pari che nelle bestie a corni, nei maiali, nei cani e nei gatti, e Muller conviene che il colore rosso da esso riscontrato nei buoi, in alcuni dei più grossi vasi linfatici della milza, non è costante. Però, considerata in generale, la ipotesi che attribuisce l'arrossamento del chilo a della materia colorante del sangue ammessa nel sistema linfatico, sembra insostenibile quando si riflette che il chilo compiutamente bianco diviene rosso, fuori del sistema vascolare, per l' azione dell' aria atmosferica o del gas ossigeno. Reuss ed Emmert (4) riconoscevano che questo liquido si perfeziona specialmente nelle glandole del mesenterio, e pensavano che il perfezionamento che esso s' incontra provenga dall'accessione di sostanze precedenti dal sangue, o da una azione vivificante esercitata da quest'ultimo. Siffatta opinione sembra essere la più conforme alla verità. Secondo che esso inoltrasi nel sistema linfatico, il chilo diviene sempre più atto ad assumere il colore del sangue, in conseguenza altresì a convertirsi in sangue sotto la influenza della respirazione. Quest' effetto accade specialmente nei gangli del mesenterio, e siccome tali gangli sono ricchissimi di arterie, così esso compiesi incontrastabilmente per l' azione del sangue arterioso. Se il chilo si arrossa, anche durante la vita, nei suoi vasi, il fenomeno da ciò proviene che il sangue arterioso, il quale è separato da esso soltanto mediante le pareti stesse dei vasi capillari e dei linfatici, gli abbandona dell' ossigeno, cui esso attrae e che lo avvicina ai caratteri del sangue. Succede adunque nei gangli linfatici alcun che di analogo a quanto accade nella matrice ; negli uni come nell'altra il sangue arterioso esercita un' influenza assimilatrice, producendo, per uno scambio di sostanze che

(1) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 547.

(2) *Ivi*, p. 145.

(3) *Zeitschrift fuer Natur-und Heilkunde*, t. II, p. 394.

(4) *Loc. cit.*, p. 698.

succede attraverso le pareti vascolari, cert'azione analoga a quella dell'aria atmosferica, soltanto più lieve, e sostituendo così quest'aria, o preparando le vie all'azione che essa deve più tardi compiere. Siccome alcuni vasi sanguigni si spargono nelle pareti dei vasi linfatici e dei loro tronchi, il sangue può produrre effetti simili a quelli che avvengono nei gangli. Se formasi molto chilo, per essere il cibo abbondante e di buona qualità, questo liquido fluisce con troppa celerità onde comportare considerabile trasformazione; ma, quando si produce in minor copia, progredisce più lentamente, ed il più lungo soggiorno che esso fa nel sistema linfatico permette che rimanga esposto più alla lunga all'azione di questo sistema, che in conseguenza acquisti al massimo grado la capacità di arrossare, o che eziandio arrossisca. Sotto quest'aspetto, si comporta esso assolutamente come la linfa, la quale, allorquando rallentasi il suo corso, per la sottrazione degli alimenti, o per la dilatazione anormale dei suoi vasi, si assimila talmente al sangue da arrossire quando riceve il contatto dell'aria (§. 912, 4.^o), o che eziandio acquista già color rosso nell'interno dei proprii vasi (§. 916, 3.^o). Scorse omai un secolo e mezzo dacchè una osservazione semplicissima condusse i fisiologi a questa maniera di vedere. Annunciava Hannemann (1) a Bartholino nel 1673, che il chilo diveniva in alcune ore rosso come sangue, quando Elsner l'aveva costretto soggiornare nei vasi linfatici, mediante di una legatura sopra di questi ultimi, aggiungeva: « Per tal guisa trovasi confermata la mia opinione, essere il sangue che converte il chilo in sangue mediante una specie di assimilazione, e che qualunque parte provveduta di vasi sanguigni trovasi in istato di formare così sangue; la forma intrinseca del sangue è già inerente al chilo, e tende a realizzare compiutamente la sua essenza, per cui il chilo è maturo nell'interno dei suoi vasi. » Ma Bartholino rispose, secondo il costume, che, nel caso citato da Hannemann, il chilo era forse divenuto rosso o pel sangue rifluito dalle vene, o per la putrefazione; giacchè non può formarsi sangue nel cadavere, ed un solo fatto non permette stabilire proposizioni generali.

§. 960. 1.^o I globetti aumentano nel chilo secondo che questo liquido s' inoltra nel sistema linfatico (2), di maniera che il loro numero riesce più considerabile nel canale toracico che nei vasi del mesenterio (3), e dopo il suo passaggio attraverso i gangli che prima (4). Se questo fatto

(1) *Acta hafniensia*, t. II, p. 245.

(2) *Arnold, Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 175.

(3) *Ivi*, p. 168.

(4) *Schultz, Das System der Circulation*, p. 39.

prova che alcuni globetti nascono nell'interno del sistema linfatico, esso conferma altresì la opinione precedentemente emessa che il sistema linfatico costituisce il luogo in cui si producono tutti questi corpi in generale, tanto quelli della linfa (§. 916, 2.^o) quanto gli altri del chilo (§. 950, 6.^o). Siccome, negli ultimi anelli della catena animale e nel principio dello sviluppo di un individuo organico, la formazione segue la figura globulosa, siamo fondati ad ammettere che il prodotto della digestione incominci altresì con una formazione di globetti. Comparisce effettivamente come una massa primordiale, la quale non ha ancora carattere deciso, che contiene soltanto il rudimento dell'albumina e della fibrina, e che per ciò stesso è adattatissima a ricevere ogni sorta di forma; giunge desso nelle radici dei vasi linfatici, ove è strettamente rinchiuso da pareti organiche, posto nel rapporto il più intimo possibile col sangue contenuto nei capillari, e collocato sotto la influenza della vita generale, il suo passaggio alla forma organica incomincia dalla formazione di globetti. Questa formazione continua in tutta la estensione del sistema linfatico, ma principalmente nei gangli, ove ogni vaso, ramificandosi, moltiplica le superficie di contatto, e rende in conseguenza più forte l'azione delle pareti sopra il contenuto, ove il numero maggiormente considerabile dei capillari scema la grossezza delle pareti, ciò che permette al sangue di esercitare una influenza più marcata, ove finalmente, il liquido facendo più lungo soggiorno, ha eziandio maggior tempo per trasformarsi.

Siccome il numero dei granelli aumenta nel chilo durante il suo passaggio attraverso il sistema linfatico, mentre che quello delle gocce di olio diminuisce, Schultz (1) presume che i globetti nascano dalle gocce, probabilmente per l'azione dell'alcali libero proveniente dalla linfa e dal sangue; ammette egli che il grasso sia prodotto nell'intestino, ma ancora nello stato liquido e sotto una forma coerente, sicchè comparisca nel chilo unicamente sotto quella di strisce e d'isole, e che esso pigli la forma di globetti di grasso soltanto nel sistema linfatico. Questa ipotesi si avvicina a quella di Ascherson (2), il quale pensa che nel momento in cui il liquido grasso e l'albumina entrano a contatto l'un l'altro, produca una certa membrana albuminosa involgente una goccia di grasso a guisa di cellula, sicchè, per suo avviso, tutti i tessuti organici elementari, in particolare i

(1) *Das System der Circulation*, p. 39.

(2) *Rendi-conti ebdomadarii delle sedute dell'Accademia delle scienze*, t. VII, p. 837. — *Applicazione della chimica allo studio fisiologico del sangue dell'uomo*. Parigi, 1838, in 8.^o

globetti del sangue, sono cellule contenenti grasso liquido. Ma siccome trovansi ordinariamente nella linfa, e spesso nel chilo, globetti senza grasso libero, e che i globetti del sangue non contengono grasso, siamo costretti rinvocare in dubbio siffatta spiegazione.

2.° Essendo, ad evidenza, l'arrossamento, un fenomeno pel quale il chilo si avvicina alla natura del sangue, il cui colore appartiene ai suoi globetti, dobbiamo aspettarci che siano i globetti della linfa o del chilo che arrossansi al contatto dell'aria atmosferica o sotto la influenza della parete vivente. Denis (1), Prout (2) ed altri infatti l'ammettono. Arnold determina viemmeglio la cosa, dicendo che i globetti del chilo assumono color rosso (3), e secondo Schmidt (4), Schultz (5), Gurlt (6), Valentin (7), trovansi eziandio talvolta veri globetti di sangue nel chilo. Monro, pel primo, convertì la congettura precedente in certezza mediante la osservazione immediata di quanto accade al chilo arrossato dal contatto dell'aria; trovò egli, nella esperienza sopra pesci viventi, riportata superiormente (§. 959), che il color rosso del contenuto del canale toracico aderiva ai globetti. Stabili egualmente Krimer come fatto l'arrossamento dei globetti del chilo all'aria (8); vide egli altresì, esaminando la linfa di un tumore linfatico, che l'acqua estraeva dal grumo arrossato all'aria alcuni globetti rossi, i quali deponevansi al fondo del vaso (9).

3.° È adunque ancora appena possibile rinvocare in dubbio che la formazione dei globetti del sangue incominci nel sistema linfatico. Ma siccome questi globetti differiscono, in quanto al volume, alla forma ed alle proprietà chimiche, da quelli che rinvengonsi nel sistema linfatico, questi ultimi, cambiando colore, non sono già ancora per ciò divenuti globetti del sangue. Lasciando qui la osservazione grandi vuoti, rimane a sapersi se all'arrossamento si aggiunga l'acquisizione delle altre proprietà dei globetti del sangue, o se queste proprietà si manifestano soltanto più tardi. Crede Rudolphi (10) che i globetti del chilo non si trasformino immediatamente in globetti del sangue, ma che si risolvano in sangue, e che

(1) *Ricerche sperimentali sul sangue umano*, p. 305.

(2) *Schweigger, Giornale*, t. XXVIII, p. 210.

(3) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 174.

(4) *Ueber die Blutkoerner*, p. 41.

(5) *Das System der Circulation*, p. 44.

(6) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 139.

(7) *Repertorio*, t. I, p. 278.

(8) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 127.

(9) *Ivi*, p. 147.

(10) *Grundriss der Physiologie*, t. II, P. II, p. 281.

essi sono metamorfosati con quello nei polmoni. Gruithuisen (1) ammette alcune vescichette sanguigne, provenienti forse dal chilo, nell' interno delle quali si produrrebbero i globetti del sangue, ch'esse lascierebbero scappare lacerandosi. Niuna di queste due ipotesi non posa nè sull'osservazione immediata, nè sopra l' analogia.

Il volume dei globetti del chilo varia, secondo Wagner (2), nei vasi linfatici tra 0,0016 e 0,0066 di linea, nel canale toracico tra 0,0025 e 0,0050 soltanto. Siffatta variazione di volume annuncia che essi sono ancora in procinto di formarsi. Possono essere piccolissimi dapprima, poi crescere molto, e finalmente rinserrarsi di nuovo; ma la loro ineguaglianza rafferma una congettura, la quale si presenta naturalmente allo spirito, quella che essi non si producono nè si sviluppano tutti in una volta, e che alcuni tra essi sono più inoltrati degli altri. Però, siccome d' ordinario si trovano più piccoli dei globetti del sangue, il loro sviluppo dovrebbe essere accompagnato da un aumento di volume. Siffatto aumento proverrebbe, secondo Leeuwenhoek (3), dal riunirsi essi molti insieme, nel numero di sei, per produrre un globetto di sangue; ma non fatto appoggia tale ipotesi. Secondo Hewson (4), sarebbe desso il risultato di una accessione dall' esterno; pensa infatti questo scrittore, che i globetti della linfa e del chilo siano semplicemente noccioli di globetti del sangue, e che essi convertansi in veri globetti del sangue per l'addizione di un involucro colorato. Il fatto sopra cui fondavasi era che ogni vaso linfatico uscente da un ganglio contiene molti globetti, i quali si rassomigliano ai noccioli dei globetti del sangue pel loro volume, la loro configurazione e la loro insolubilità nel siero o nelle dissoluzioni dei sali neutri. Ammetteva che questi globetti siano separati nei gangli linfatici; in conseguenza, esso aveva perduto di vista che si rinvengono prima della entrata della linfa nei gangli, ove essi non fanno che crescere di numero. Hewson, avendo pure scoperto globetti del sangue compiuti nei vasi linfatici, suppose, colla scorta di questo, che l' involucro colorato si produca nei gangli, tanto mediante un liquido separato da questi ultimi, come per l' azione della forza plastica degli stessi vasi sopra il liquido contenuto nel loro interno. Ma, per suo avviso (5), è specialmente nella milza che viene separata la materia degli involucri colorati, ed essa passa da di là nel canale toracico. Siffatta

(1) *Beitraege zur Physiognosie*, p. 162.

(2) *Beitraege zur vergleichenden Physiologie*, t. II, p. 25.

(3) *Philosophical Trans.*, 1674, p. 121.

(4) *Experimental inquiries*, t. III, p. 119.

(5) *Ivi*, p. 131.

osservazione, la quale fece intervenire un'addizione dall'esterno, e che risulta comodissima, riscontrò grande accoglienza in questi ultimi tempi. Lo stesso Schultz adottolla (1); egli dice aver trovato, nel sistema linfatico dei conigli, non solo gocce di olio e globetti granellati di chilo, ma inoltre globetti di sangue in procinto di formarsi, consistenti in un globetto di chilo che serviva di nocciolo, ed un involucro ancora sottile e lievemente colorato, applicato più o meno immediatamente al nocciolo. La micrometria però rovesciò siffatte ipotesi meccaniche. Trovò Nasse (2) i globetti del chilo troppo grossi perchè possano essere i noccioli di quelli del sangue. Wagner (3), il quale misurò i globetti del chilo e della linfa nell'uomo e negli animali delle quattro classi di vertebrati, li dice più grossi ovunque dei noccioli dei globetti del sangue, di cui essi superano eziandio quattro e cinque volte il volume. Le misure prese da altri ci diedero lo stesso risultato. Secondo Valentin (4) i globetti della linfa hanno 0,0600 di linea nelle salamandre, mentre i noccioli dei globetti del sangue non hanno che 0,0048 di linea di larghezza sopra 0,0050 di lunghezza; e se essi trovarono il volume degli uni e degli altri all'incirca eguale nelle rane, mentre che, secondo Wagner, i primi hanno 0,0100 di linea, e gli altri 0,0020, si può considerare questa circostanza come puramente accidentale. D'altronde, nelle tre classi inferiori di animali vertebrati, i globetti della linfa sono circolari, come nei mammiferi, sebbene i globetti del sangue ed i loro noccioli siano quasi generalmente ellittici. Ma, considerata in maniera generale, la ipotesi di due parti primordialmente separate in ogni globetto di sangue, è molto problematica; la separazione del nocciolo e dell'involucro sembra dover essere riguardata, all'opposto, come il semplice risultato di un principio di decomposizione, come già si disse altrove (§. 688, 7.^a) e che confermarono recenti ricerche. Krause (5) non potè mai convincersi della esistenza di un nocciolo nei globetti del sangue fresco e non decomposto; dice Wagner (6), che la formazione del nocciolo e dell'involucro è un fenomeno di coagulamento, una separazione affatto artificiale; afferma Valentin (7) che nello stato fresco, non si può mai giungere ad isolare queste due parti

(1) *Das System der Circulation*, p. 44.

(2) *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie*, t. I, p. 86.

(3) *Loc. cit.*, p. 31, 48.

(4) *Repertorio*, t. II, p. 71.

(5) *Handbuch der menschlichen Anatomie*, t. I, p. 11.

(6) *Loc. cit.*, p. 14, 45.

(7) *Loc. cit.*, p. 185.

con bastevole precisione da poter giudicare quale sia giustamente la sede del colore.

Siccome non possiamo ascrivere l'arrossamento dei globetti all'accessione di un liquido, e che siamo obbligati di attribuirlo all'azione di un gas (§. 959, 2.^o), il loro cambiamento di volume, supponendo che si effettuasse simultaneamente con quello del colore, non potrebbe consistere che nell'aumento per gonfiamento, o nella diminuzione per rinserimento. Sarebbe possibile che durante la loro trasformazione in globetti del sangue, questi corpuscoli si condensassero nell'interno ed assumessero maggiore espansione alla superficie. Secondo Wagner (1) il loro centro diviene più carico e la loro periferia più chiara. Ma può succedere altresì che la loro massa cresca poco a poco, indipendentemente dal colore rosso che essi acquistano. Una osservazione di Gruithuisen sembra autorizzare a pensarlo (2). Vide questo fisiologo, nel chilo umano il quale non aveva peranco attraversato verun ganglio, molti piccolissimi corpicelli di cui non potevasi ben valutare la forma atteso la loro piccolezza; dopo il passaggio attraverso un ganglio, taluni di essi erano più voluminosi, senza però aver raggiunte le dimensioni dei globetti del sangue. Esaminando Home (3) il chilo dei gangli mesenterici di un uomo che era morto un'ora dopo aver mangiato, vi scoperse innumerevoli globetti bianchi, di volume infinitamente variato, e taluni dei quali pareggiavano in grossezza i globetti del sangue; dice egli aver eziandio veduto che in capo ad alcuni minuti, non solo formavansi nuovi globetti, ma inoltre gli antichi divenivano, per un vero accrescimento di sostanza, sensibilmente più grossi, più opachi e di color bianco latteo. Non possiamo far a meno di credere che Home abbia preso gocce di grasso per globetti di chilo, o che egli siasi in altra maniera ingannato.

4.^o Finalmente i globetti devono altresì cambiar forma nella loro transmutazione. Crede Wagner (4) aver osservato che quelli del canale toracico, paragonati agli altri di un ganglio linfatico, erano più appianati. Trovò altresì in animali a globetti del sangue bislungi, particolarmente nei rettili, alcuni globetti di forma allungata già ed avente tutte le apparenze dei più piccoli globetti del sangue, i quali dal proprio canto presentavano spesso una periferia più o men rotonda (5). Del resto, i globetti della linfa e del chilo, come germi di quelli del sangue, hanno maravigliosa

(1) *Loc. cit.*, p. 26.

(2) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1813, t. II p. 73.

(3) *Lectures*, t. III, p. 25.

(4) *Loc. cit.*, p. 25.

(5) *Loc. cit.*, p. 48.

analogia coi globetti che si rinvencono nel sangue durante il primo periodo della vita. Nell'embrione, i globetti del sangue incominciano dall'essere sferici, e solo poco a poco diventano piatti. Assicura Baumgaertner inoltre che essi sono dapprima granellati. Finalmente negli uccelli, nei rettili e nei pesci, essi assumono dapprima la forma circolare e solo poco a poco ne pigliano altra di ellitica. (Trovai nei cani i globetti del chilo contenuti nei vasi linfatici del mesenterio prima della loro entrata in verun ganglio, molto più piccoli, assai più chiari, e men sensibilmente granellati che quelli del canale toracico) (1).

§. 961. Esaminiamo ora il contenuto in sostanze solide.

1.° Per ciò che concerne dapprima l'albumina, Reuss ed Emmert (2), Werner (3), Prout (4), Seiler e Ficino (5) osservarono che il chilo proveniente dal canale toracico si coagula più rapidamente e più compiutamente di quello dei vasi linfatici del mesenterio. Trovò Vauquelin altresì chilo più perfetto nel canale che nei vasi. In un cavallo esaminato da Emmert (6), del chilo che non aveva per anco attraversato verun ganglio mesenterico era soltanto alquanto più denso, mentre che quello proveniente dai plessi lombari formava un grumo molle e rossastro, ascendente a 0,013, che era convertito il giorno dopo in liquido, e che quello del canale toracico si coagulava più prestamente dando 0,018 di un grumo sodissimo, contratile e quasi cinnabarino. Alcuni fenomeni analoghi avvennero in altro caso (7). Tiedemann e Gmelin videro il chilo che non aveva ancora attraversato verun ganglio del mesenterio, a coagolarsi lentamente e debolmente, mentre che quello il quale aveva attraversato glandole dava un grumo più compiuto, e che la coagulazione di quello del canale toracico effettuavasi istantaneamente. Trovarono essi che quello il quale primo fluiva dopo l'apertura del canale toracico era liquidissimo e si coagulava più prestamente dell'altro che veniva dopo e che aveva soggiornato men alla lunga nel canale toracico (8). Abbiamo veduto (§§. 912, 3.°, 916, 5.°) che facendo più lunga dimora nel sistema linfatico, la linfa altresì diviene più coagulabile e più ricca in fibrina.

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *Scherer, Giornale, t. V, p. 166.*

(3) *Ivi, t. VIII, p. 31.*

(4) *Schweigger, Giornale. t. XXVIII, p. 220 — Raspail, Nuovo sistema di chimica organica. Parigi, 1838, t. III, p. 166.*

(5) *Zeitschrift fuer Natur- und Heilkunde, t. II, p. 354.*

(6) *Reil, Archiv, t. VIII, p. 153.*

(7) *Ivi, p. 175.*

(8) *Ricerche sulla digestione, t. I, p. 262.*

La fibrina non comparisce in modo sensibile che nel sistema linfatico (§. 950, 4.^o), e siccome osservossi di frequente che il chilo dà più grumo quando il nutrimento è poco carico di principii alibili che nel caso opposto (§. 949, 6.^o) sarebbe questa una prova che la fibrina non è un prodotto immediato della digestione. Secondo Tiedemann e Gmelin (1), essa proviene dal sangue, e si mescola al chilo nei gangli linfatici. Siffatta asserzione manca di prove. Siccome, per avviso di Prout (2), il chilo contiene già fibrina nelle radici dei vasi linfatici all'intestino, dobbiamo ammettere che essa è originata, nel sistema linfatico, coi prodotti immediati della digestione. Probabilmente essa risulta dalla trasformazione dell'albumina, la quale ha con essa tanta analogia. L'opinione di Schultz (3) che la fa provenire dal grasso, riesce men verisimile.

2.^o Non abbiamo che asserzioni contraddittorie in quanto concerne i mutamenti dell'albumina e delle materie estrattive. Giusta Prout (4), non si produce nuova albumina nel sistema linfatico, e quella risultante dal lavoro della digestione non vi si perfeziona neppure, perchè la si trova in minor quantità, e meno sviluppata, nel chilo dei vasi linfatici vicini dell'intestino, che nel canale toracico. Riconobbe Emmert (5) che il siero del chilo proveniente dal plesso lombare lasciava all'evaporazione 0,037, e quello del canale toracico 0,047 di residuo secco, ma che (6) l'acqua bollente rediscioglieva 0,475 del primo di questi residui, e 0,300 soltanto del secondo, d'onde avviene che a misura del camminare il liquido nel sistema linfatico, aumentò l'albumina, mentre all'opposto diminuirono l'osmazomo e la ptialina. Anche la linfa sembra acquistare albumina durante il suo tragitto. Aveva osservato Mascagni che essa coagulavasi maggiormente al calore dopo aver attraversato molti gangli linfatici. Trovò Gmelin (7), sopra un cavallo che era rimasto 24 ore senza alimento, che il siero della linfa del plesso lombare dava 0,036 di residuo secco, e quello della linfa del canale toracico 0,046. In altro cavallo nudrito abbondantemente (8), il chilo del canale toracico conteneva men parti solide nel suo siero di quello dei vasi linfatici del mesenterio, ma la fibrina vi era ad un

(1) *Ric. sulla digestione*, t. II, p. 89. — *Handbuch der Chemie*, t. II, p. 1380.

(2) *Loc. cit.*, p. 231.

(3) *Das System der Circulation*, p. 69.

(4) *Loc. cit.*, p. 228.

(5) *Reil, Archiv*, t. VIII, p. 153.

(6) *Ivi*, p. 175.

(7) *Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 90.

(8) *Ivi*, p. 263.

tempo meno abbondante, ciò che risulta contraddittorio coi fatti narrati nel paragrafo precedente. Secondo Arnold (1), la fibrina e l'osmazomo aumentano, mentre che l'albumina e la ptialina scemano, nel sistema linfatico.

3.° Tiedemann e Gmelin (2), Leuret e Lassaigue (3) trovarono men grasso nel chilo del canale toracico che in quello dei vasi del mesenterio. Secondo Schultz (4) esso scema durante il passaggio del liquido attraverso i gangli linfatici. A siffatta diminuzione del grasso libero, tenuto in sospensione, vuolsi certamente attribuire l'aver rinvenuto Reuss ed Emmert (5), Prout (6), Tiedemann e Gmelin, il chilo del canale toracico e particolarmente il suo siero, men lattiginoso di quelli dei vasi mesenterici. Leuret e Lassaigue si domandano se il grasso trasuda attraverso le pareti del sistema linfatico. Sarebbesi più in diritto di chiedere se esso passa soltanto allo stato di combinazione, o se comporta certa decomposizione e trasformazione. D'altronde, i fatti superiormente allegati (§. 916, 4.°) sembrano annunciare che esso scema egualmente nella linfa.

4.° Secondo Emmert (7), il chilo del canale toracico conteneva più sostanza solida che quello del plesso lombare. Il fatto sembra credibilissimo, giacchè gli altri cambiamenti comportati dal chilo nel sistema linfatico consistono nell'acquistar desso maggior rassomiglianza col sangue, ma si distingue da esso stante la minor proporzione di sostanza solida (§. 958, 1.°); d'altronde, è essenzialmente analogo alla linfa (§. 958, I), la quale, soggiornando nel sistema linfatico, diviene più ricca in parti contenute, ed acquista maggior gravità specifica (§. 912, 1.°).

(Basta una osservazione superficiale perchè si riconosca evidentemente certa differenza, sotto l'aspetto del grado di coagulabilità, tra il chilo del canale toracico ed il contenuto della cisterna. Il chilo tratto dal canale toracico, si converte, nello spazio di due in tre minuti, in un grumo rosso, di consistenza gelatinosa, e non si scorge dapprima siero. Solo dopo alcune ore questo grumo condensato al grado di rassomigliarsi al bianco d'uovo indurito, nuota in un liquido limpido come acqua che esce dai suoi interstizii, e la cui quantità aumenta poco a poco. Il contenuto

(1) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 168.

(2) *Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 94.

(3) *Loc. cit.*, p. 167.

(4) *Loc. cit.*, p. 39.

(5) Scherer, *Giornale*, t. V, p. 166. — Reil, *Archiv*, t. VIII, p. 146, 175.

(6) *Loc. cit.*, p. 210.

(7) *Loc. cit.*, p. 175.

della cisterna, che ha color più latteo, traente alquanto all' azzurrognolo, comparisce all' opposto sempre più fluente; non si coagula che dopo circa dieci minuti, e generalmente allora il grumo nuota subito nella sierosità. Non ho trovato il chilo coagulato nella cisterna, neppur quando erano scorse molte ore dalla morte dell' animale, mentre che il suo stato di coagulazione l' impediva frequentemente di fluire dal canale toracico.

Onde esaminare più d'avvicino da che potesse procedere tale differenza, ed in ispezialità per determinare la quantità dell' albumina, raccolsi 58 grani di chilo dal canale toracico di un cane, quantità cotanto considerabile che essa non aveva potuto essere allogata nel solo condotto, e che la cisterna aveva dovuto in gran parte votarsi; legai poscia il canale immediatamente sopra il diaframma, ed apersi l' animale lateralmente. La cisterna era affatto riempita di nuovo; diede essa 44 grani di liquido, che considerai quale miscuglio di chilo e di linfa, ma giunto da poco dai piccoli vasi nel serbatojo. Le due porzioni del liquido furono poste in vetri da oriuoli, e vi versai alcool di sopra. Questo mestruo determinò subito la formazione di un grumo lattiginoso, il quale, al microscopio, mostrò filamenti composti di piccolissimi grani. Il liquido dei due vetri fu poscia abbandonato a sè stesso, ad una temperatura di 30° R., finchè fu disseccato; il residuo della prima porzione ascese ad undici grani e mezzo, e quello della seconda soltanto a sei grani. Per tal guisa, il contenuto in materia coagulabile, era di 0,1982 pel chilo del canale toracico, e di 0,1363 per quello della cisterna (1).

Tiedemann e Gmelin trovarono men parti solide nel chilo del canale toracico che in quello dei vasi del mesenterio; siffatta anomalia proveniva forse da alcune circostanze particolari (§. 962, 2.°).

II. MEZZI DI CONVERSIONE DEL CHILO E DELLA LINFIA IN SANGUE.

§. 962. Avevasi in addietro ammesso che il chilo è allungato di acqua nei gangli linfatici da un liquido di cui questi organi effettuano la secrezione, e che gl' impedisce di coagularsi, oltre che esso ne favorisce la progressione. Però Haller si convinse che simile diluizione non accade (2). Altri avevano pensato che il chilo comporti certa metamorfosi, nei gangli linfatici, per l' accessione degli spiriti animali. Era questa una ipotesi di cui non potevasi somministrare la prova. Se ci atteniamo ai fatti reali, ecco quanto possiamo stabilire.

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

(2) *Elem. physiol., t. VII, p. 237.*

1.° Sarebbe possibile che la bile prendesse certa parte alla trasformazione del chilo, come lo pensano Berthold (1) ed Arnold (2). Haller (3), fra i motivi che allega in favore dell' assorbimento delle vene, dice che la bile viene separata in quantità che sorpassa quella di tutta la massa degli escrementi, che non se ne trova nemmeno nel chilo, e che in conseguenza essa deve passare immediatamente nel sangue venoso. Se i casi anormali, quello ad esempio di occlusione del canale coledoco (4) sono gli unici nei quali possa mescolarsi tutta la bile, per riassorbimento, col chilo, non torna minimamente probabile che, nello stato normale, essa ripassi nel sangue venoso colla totalità delle sue parti escrementizie. Ma siccome il fegato è ricchissimo di vasi linfatici, conducenti un liquido privo di colore, di cui essi operano il riassorbimento nella trama organica ed indubitabilmente altresì nella bile, può benissimo accadere che mescolandosi col chilo questo liquido concorra alla sua trasformazione; però manchiamo di prove in tale proposito.

2.° L' addizione della linfa non può essere senza influenza sul chilo. Siccome essa è più povera di lui in sostanze organiche (§. 958, I), lungi che possa dessa perfezionarlo somministrandogliene, sembra all' opposto essere causa, che il liquido del canale toracico ne contenga meno di quello dei vasi linfatici del mesenterio. Ma non sarebbe men possibile però che essa esercitasse tuttavia sopra di lui certa influenza modificatrice. Reuss ed Emmert (5) riguardano come cosa verisimilissima che la linfa contribuisca all' assimilazione del chilo, che essa lo conduca al massimo grado di animalizzazione. Dice Prout che tale deve essere l' effetto dei materiali fuori di servizio, e per così dire saturati di animalità, sopra le sostanze testè introdotte nella sfera dell' organismo (6).

3.° Siamo ancora più fondati ad ammettere (giacchè n' è uopo qui limitarci ad alcune congetture) che il sangue contenuto nei vasi capillari eserciti un' azione di questo genere sulle pareti del sistema linfatico, specialmente nell' interno dei gangli (§. 916, 6.°). Siccome il sangue arterioso è ad un tempo il principio nutriente e l' eccitante del resto dell' organismo (§. 746), che ovunque esso pone in esercizio l' attività vitale, ogni cosa ne

(1) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 144.

(2) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 166.

(3) *Loc. cit.*, p. 67.

(4) *Ricerche sulla digestione*, t. II, p. 47.

(5) *Scherer, Giornale*, t. V, p. 698.

(6) *Medico-chirurgical review*, t. XXV, p. 112. — *Diz. di Med. e di Chir. prat.*, art. SANGUE, t. XIV, p. 473.

fa credere che esso eserciti una influenza analoga sul chilo, e lo determina così a divenire sempre più simile a sè stesso.

4.° Prescindendo eziandio dal sangue, anche le parti viventi circostanti possono contribuire al perfezionamento del chilo.

TERZA SUDDIVISIONE

FORMAZIONE DEL SANGUE NEL SISTEMA SANGUIGNO.

§. 963. La formazione del sangue incomincia nel momento della entrata nel sistema venoso. Il sangue testè formato, (per seguire il confronto) vi entra in comunanza col sangue vecchio, giunge con esso per le arterie, ai differenti organi, entra, nei vasi capillari, in conflitto tanto con essi che col mondo esterno, e finisce col giungere così al termine del suo sviluppo. Se mentre esso trovavasi allo stato embrionario, non potè farsi sentire sopra di esso la influenza dell' atmosfera che mediante il sangue-madre divenuto arterioso all' aria, e ciò nei gangli linfatici agenti come matrice (§. 959, 5.°), entra desso, subito dopo la sua nascita, in immediato conflitto coll' atmosfera; se durante il primo periodo di sua esistenza, esso erasi comportato in modo affatto passivo, non facendo altro che ricevere, dispiega ora la sua spontaneità con tutta libertà, e si mostra ad un tempo vivificato e vivificante.

Tiedemann e Fohmann (1) ammettono che gli imboccamenti dei linfatici colle vene, nell' interno dei gangli (§. 900, 2.°), servano a moltiplicare le vie di passaggio del chilo e della linfa nel sangue, pel motivo che se questi liquidi arrivassero sopra un solo punto, ed in gran copia ad un tempo, nel torrente della circolazione, agirebbero in modo nocevole. Ma siccome il chilo e la linfa soffrono, cammin facendo, una trasmutazione, sembra essere assai più necessario che essi percorrano tutta la estensione del sistema linfatico, all' oggetto di prepararsi ad entrare nel sangue. Sarebbesi tentati credere che questi imboccamenti molteplici abbiano in ispezialità per destinazione, quando il sistema linfatico è troppo pieno, di sviare dal tronco una parte del suo contenuto, il quale comportò già certa trasformazione nei gangli linfatici.

1.° Haller vide distintamente del chilo fluire, nella vena succlavia, ed egli lo seguì nel sangue fin nel ventricolo destro (2). Altri osservatori (3),

(1) *Anatomische Untersuchung*, p. 10, 85.

(2) *Opera minora*, t. I, p. 184.

(3) *Haller, Elem. physiol.*, t. II, p. 14.

Schudamore, Seiler (1), e simili, trovarono egualmente il sangue, e massime il suo siero, coloriti in bianco, dal chilo mescolato, molte ore dopo la ingestione del nutrimento. Siffatto colore potrebbe tuttavia provenire dal grasso (§. 682, 3.^o), la cui origine si spiegherebbe in diverse maniere; ma siccome si osservò il sangue contenente grasso in differenti stati anormali, particolarmente in certi disordini della digestione, della respirazione o della ematosi, sarebbe possibile che qui il grasso del chilo rimasto libero, a motivo della debolezza dell'assimilazione (§. 961, 3.^o), fosse passato nel sangue.

2.^o Però trovansi eziandio nel sangue certi corpicelli, i quali differiscono dai globetti per la loro mancanza di colore, la loro forma perfettamente sferica ed il loro piccolo volume, sicchè siamo costretti riguardarli come globetti del chilo e della linfa. Secondo Wagner (2), il loro diametro è di 0,0016 in 0,0020 di linea, mentre che quelli del sangue ne hanno uno di 0,0033; sono finamente granellati, e taluni assumono forma irregolare. Non li trovò Nasse, nel siero separato dal grumo, più grossi dell'anello interno dei globetti del sangue compiutamente sviluppati (3). Incontrò Muller alcuni globetti di questo genere negli uccelli e nelle rane (§. 691) (4). Osservò Mayer, inoltre, nelle rane, certi globetti non aventi più di 0,0001 in 0,0002 di linea di diametro, che posano sopra quelli del sangue durante la circolazione, e che egli considera come i corpicelli propriamente detti della linfa (5). Secondo Valentin (6), sono unicamente depositi della porzione di fibrina che si coagula la prima, attesoche essi si mostrano tanto più abbondanti quanto più rapidamente progredisce la coagulazione e mancano allorquando si aggiunge al sangue fresco carbonato di potassa. Trovò Donnè (7), oltre i globetti del sangue ed i piccoli globetti del chilo, numerosi corpicelli sferici, bianchi e leggermente granellati, i quali sono alquanto più grossi di quelli del sangue, tengono, come essi, una forma rotonda nei mammiferi ed ellittica negli altri animali, non hanno noccioli, e non si dissolvono nell'acqua; erano dessi volte più numerosi in un caso di cachessia e d'idropisia di quanto lo sono nel sangue

(1) *Zeitschrift fuer Natur-und Heilkunde*, t. II, p. 354.

(2) *Beitraege zur vergleichenden Physiologie*, t. II, p. 20.

(3) *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie*, t. I, p. 76.

(4) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 543.

(5) *Froriep, Neue Notizen*, t. III, p. 67.

(6) *Repertorio*, t. III, p. 95.

(7) *Rendi-conti ebdomadarii delle sedute dell'Accademia delle scienze*, t. VI, p. 17.

di persona sana. Dice altresì Mandl (1) che il sangue dei mammiferi contiene indipendentemente dai suoi globetti, alcuni corpicelli più grossi, rotondi e bianchi.

Giusta le osservazioni di Schultz (2) e di Wagner (3), i globetti del sangue formano la corrente principale nell'asse dei vasi, mentre che il siero fluisce lungo le pareti, contenente globetti sparsi di linfa e di chilo, che camminano con assai maggior lentezza di quelli del sangue, spesso si fermano, poi rimettonsi in movimento (§. 925, 1.^o). Osservò Weber (4), nei rettili, che questi globetti camminavano dieci, venti volte almeno più lentamente di quelli del sangue, e che il loro movimento non era minimamente in armonia con quello di questi ultimi, la qual cosa aveva gli fatto pensare che essi si trovavano contenuti in vasi linfatici particolari racchiudenti i vasi sanguigni. Tale opinione però fu confutata da Ascherson (5), Wagner (6) e Mayer (7), i quali fecero osservare succedere realmente certo accordo tra i movimenti di questi globetti e quelli dei granelli del sangue, che non iscorgesi linea di separazione tra gli uni e gli altri, e che avviene talvolta ad alcuni globetti di entrare nella corrente centrale, o ad alcuni granelli del sangue di uscirne. Questa ultima osservazione fu praticata egualmente da Magendie (8), il quale d'altronde emette la incredibile opinione che il liquido scolorato applicato alle pareti del vaso non si muove minimamente. I globetti sembrano avere un' affinità di adesione per le pareti dei vasi, cui forse favorisce la loro superficie granellata, sicchè il contatto risultante può avere certa influenza sul loro sviluppo ulteriore.

3.^o Appena è lecito dubitare che il sangue contenga globetti di differenti età, gli uni testè entrati nel sistema linfatico, altri più avanzati nel loro sviluppo, taluni compiutamente sviluppati, ed i quarti in procinto di decomporsi. Non sembra però che sia ancora giunto il tempo di determinare con precisione il corso della loro vita. Secondo Schultz (9), l' involucri colorato, di cui il liquido del sangue (*plasma*) discioglie sempre

(1) *Anatomia microscopica*. Parigi, 1838, 4.^o lib. del SANGUE, in fol. — *Trattato pratico del microscopio*. Parigi, 1839, p. 113 e seg.

(2) *Das System der Circulation*, p. 46.

(3) *Loc. cit.*, p. 33.

(4) *Muller, Archiv*, 1837, p. 268.

(5) *Ivi*, p. 453.

(6) *Loc. cit.*, p. 34.

(7) *Loc. cit.*, p. 66.

(8) *Lezioni sui fenomeni fisici della vita*, t. II, p. 236.

(9) *Giornale di Hufeland*, 1838, p. 4.

alquanto, costituisce la parte essenziale dei corpicelli del sangue, ed ha una struttura organica; durante la loro giovinezza, essi si gonfiano, stante l'ingrossamento del loro involucro, diventano turgidi ed acquistano maggior gravità specifica; quando inoltransi nella età, perdono i loro noccioli, ed i loro involucri vuotati finiscono collo sciogliersi. Pretende Autenrieth (1) che il chilo sia convertito in sangue dodici ore dopo il pasto, perchè più tardi il siero non comparisce più lattiginoso; osserva però Muller (2) che, a questa epoca eziandio, quando i globetti del sangue si precipitano nel sangue, il quale si coagula con lentezza, perchè vi si aggiunse carbonato di potassa, il liquido soprannuotante è spesso alquanto torbido e biancastro.

4.° (Il sangue morto non esercita assolutamente veruna influenza sul chilo. Una goccia di sangue fresco, aggiunta, sotto il microscopio, ad alcune gocce di chilo, non indusse il minimo cambiamento nell'aspetto dei globetti di quest'ultimo. Alcune gocce di chilo di coniglio furono mescolate con sangue recentemente levato d'altro coniglio; i globetti del primo apparirono bensì in seguito alquanto colorati al microscopio; ma, dopo lavati con acqua, ritornarono scoloriti, non avendo la loro forma comportato verun mutamento. Certi globetti del chilo, i quali erano rimasti per 24 ore in siero di sangue, furono ritrovati colla stessa forma di prima. Non fu possibile, esaminando col microscopio sangue preso da varie parti, rinvenire veruna traccia dei cambiamenti che il chilo comporta dopo essere entrato nel torrente della circolazione. Allorquando tagliai con un solo colpo la testa di conigli o di giovani cani, trovai alcuni globetti del chilo tanto nel cuor sinistro quanto nel cuor destro e nella vena jugulare; non mi fu dato scoprire globetti di linfa nell'aorta, nella vena cava, ed in altri vasi, ove si pretende tuttavia averne scorti nell'uomo, negli uccelli, nei rettili e nei pesci) (3).

§. 964. Siccome il sangue trae i suoi materiali da due sorgenti, il mondo esterno, mediante la digestione, ed il suo proprio organismo mediante il riassorbimento, così pure esso perfezionasi, e pel suo conflitto coll'esterno, nella respirazione (§§. 964-980), e pel suo conflitto coll'interno dell'organismo, nelle secrezioni e nei gangli sanguigni (§§. 981-983).

(1) *Handbuch der empirischen Physiologie*, t. II, p. 120.

(2) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 143.

(3) *Giunta di Ernesto Burdach.*

SEZIONE PRIMA

CONFLITTO COL MONDO ESTERNO, OSSIA RESPIRAZIONE.

La respirazione tien dietro alla digestione. Ambedue le funzioni consistono in un conflitto col mondo esterno, pel quale l'organismo trovato mantenuto; ma il primo compie ciò che il secondo aveva incominciato. La digestione opera soltanto sopra corpi propriamente parlando palpabili, solidi e liquidi; essa crea e mantiene la massa organica. La respirazione è un conflitto con un corpo aeriforme, il quale non aumenta la massa della materia organica, ma modifica soltanto le proprietà di questa materia, ed è una condizione della sua vitalità. Gli alimenti sono sempre formati di certa materia organica complessa, impegnata in combinazioni chimiche; l'aria, all'opposto, è un miscuglio di sostanze elementari, nè mantiene la vita che per virtù di sua materia inorganica. Nella digestione, l'organismo ammette in sè certi prodotti naturali determinati; nella respirazione, esso entra in comunità coll'universo, coll'atmosfera che circonda da ogni parte il globo terrestre. Se il prodotto materiale della digestione dura certo tratto di tempo, perchè è costretto percorrere molti gradi diversi di trasformazione, l'effetto della respirazione è più pronto a dissiparsi, il bisogno ne ritorna più spesso e risulta maggiormente imperioso. Nella guisa stessa che la respirazione, paragonata alla digestione, si riferisce proporzionalmente più all'attività vitale che alla composizione organica, così pure essa ha dei rapporti intimi colla vita animale, in particolare col suo lato subbiiettivo, il sentimento ed il movimento.

I. La respirazione segue, nel suo meccanismo, forme diverse (§§. 965, 971), le quali non differiscono essenzialmente le une dalle altre, che in conseguenza passano spesso dall'una all'altra, e sussistono più o meno insieme nello stesso organismo. Siccome questa funzione, considerata in generale, posa sopra un conflitto dell'organismo col mezzo esterno, le sue forme fondamentali si riportano le une alla natura del mezzo agente e le altre alla specie di sostanza organica con cui questo mezzo entra in conflitto.

1.° L'acqua e l'aria, i due mezzi nei quali vivono i corpi organizzati, sono ovunque insieme uniti, sicchè una ammette in sè qualche cosa dell'altra, e le imprime la sua forma. Il conflitto immediato coll'aria atmosferica appartiene in proprio, generalmente parlando, agli organismi superiori, e compiesi principalmente in cavità interne, le quali sono formate di canali ramificati e riuniti in una massa comune mediante parenchima.

Un conflitto indiretto coll' atmosfera, per intermedio dell' acqua aereata, appartiene meglio ai gradi inferiori della vita, ed accade specialmente mediante parti prominenti, nomate branchie, che consistono ora in doppieature cutanee, lamellose o foliacee, ora in cilindri riuniti alla maniera di pennello, di rami d' albero o di denti di pettine. Le sole branchie propriamente dette sono quelle che entrano in conflitto col mezzo mediante la loro faccia esterna; alcuni reticelli di condotti aerei (negli insetti) e certe ramificazioni di tubi acquiferi (nelle oloturie), non si meritano questo nome, a loro talvolta compartito. Però la differenza non è mai altro che relativa. La stessa respirazione aerea immediata ha per condizione il concorso della umidità (§. 973, 8.°), e gli animali che respirano acqua possono in parte vivere eziandio nell' atmosfera, purchè questa sia saturata di acqua, o l' organo risulti bastevolmente umido. Una respirazione acquosa si compie pure in certe cavità, per esempio, in alcuni molluschi, ed una respirazione aerea alla superficie di protuberanze esterne, come in varii insetti. Non avvi che una semplice differenza di quantità allorquando un reticello vascolare trovasi steso alla superficie dell' organo respiratorio, o quando si innalza in prominenza sopra di questa superficie. D'altronde, le due forme di respirazione sono talvolta ripartite nei differenti ordini della stessa classe di animali, per esempio, nei molluschi e nei crostacei, taluni dei quali respirano aria, e gli altri acqua aereata. La respirazione possiede ancora maggiori intermedi negli entozoari e negli entofiti, i quali, come l' embrione dei mammiferi, approfittano della respirazione dell' organismo a spese del quale vivono, ed i cui umori fanno loro le veci di atmosfera.

2.° La sostanza organica che entra in conflitto coll' aria, è sempre un prodotto della digestione; ma bisogna distinguere qui, come forme principali, la respirazione per la massa del corpo e la respirazione pel sangue. Consiste la prima nel cadere l' azione dell' aria sopra la sostanza organica in generale e sopra il succo vitale che essa contiene, succo il quale non acquistò per anco la sua forma propria, e che non è per anco rinchiuso entro vasi particolari. È questo il caso degli animali in cui le ramificazioni del tubo digerente fanno le veci di vasi, come le meduse, od il cui sistema sanguigno trovasi limitato ad un ristrettissimo cerchio, come gli insetti. Allorquando il sangue si sviluppò compiutamente nella sua piena ed intiera significazione, lo si scorge eziandio ad entrare in conflitto con l' aria, perchè desso rappresenta allora l' universale nell' organismo.

CAPITOLO PRIMO

Della respirazione in sè stessa.

ARTICOLO I.

Meccanismo della respirazione.

§. 965. I mezzi coi quali compiesi la respirazione consistono in alcune disposizioni organiche (§§. 965, 966, 967) ed in certi movimenti (§§. 968, 971).

I. ORGANI DELLA RESPIRAZIONE.

Fra gli organi della respirazione, distinguiamo quelli che pongono il mezzo esterno a contatto colla sostanza organica (§§. 965, 966), e gli altri che pongono la sostanza organica in conflitto col mezzo esterno.

A. *Organi pel mezzo esterno.*

L'organismo presenta al mezzo ambiente il più possibile punti di contatto, tanto mediante un ingrandimento della superficie, al lato esterno od in cavità interne, quanto dividendo o la sostanza che protubera in questo mezzo, od il mezzo che penetra entro canali. Però le superficie appartengono al sistema cutaneo, al quale riviene d'altronde l'esercizio del conflitto col mondo esterno, ed esse fanno parte dei suoi due organi primordiali, la pelle esterna ed il canale digerente (§. 966). Nei vegetali, gli organi della respirazione non sono per anco rigorosamente separati da quelli della nutrizione (§. 917, 4.^o), pel motivo che l'ammissione della materia elementare nell'organismo predomina ancora in questi esseri.

1. ORGANI CHE PARTONO DALLA PELLE.

I. La respirazione trovasi al massimo grado ovunque dove si compie mediante la pelle o la superficie esterna comune.

1.^o Ecco quanto accade dapprima nel caso della respirazione per la massa stessa del corpo, senza niun organo respiratorio speciale, non solo nei vegetali cellulari e negli animali senza canale digerente (§. 917, 3.^o), ma

eziandio, generalmente parlando, negli infusorii, nei polipi, negli entozoi, nelle planarie, nei crostacei inferiori, ed anche, a quanto sembra, nel caso di respirazione pel sangue in alcuni anelidi, nei *gordius*, e specialmente nei *siponeli*. Almeno non si dimostrò ancora formalmente la esistenza di organi respiratorii in tutti questi animali, e dove se ne suppose, ciò avvenne pel motivo che riputavasi impossibile che essi mancassero. In ogni caso quest' apparato comparisce più tardi, nella serie animale, di quello degli organi digerenti.

2.^o Allorquando questi ultimi esistono, la pelle, che in loro assenza s'incaricò sola della nutrizione (§. 917, 4.^o), continua sempre a contribuirvi; medesimamente, essa prende ancora parte alla respirazione quando già questa si compie mediante organi che le appartengono propriamente. La qual cosa è vera specialmente dei rettili nudi e dei pesci. Secondo Humboldt e Provençal (1), alcune tianche poterono vivere per cinque ore, senza soffrire molto, con la testa e le branchie fuori dell' acqua in cui il corpo solo immergevasi, ma la pelle non poteva respirare che nell' acqua, ed erale impossibile farlo eziandio nell' aria, come accade alle branchie umide. Le osservazioni di Spallanzani (2) e di Edwards (3) insegnarono che la respirazione per la pelle è essenziale in molti rettili, in particolare nei batraci e nei sauriani. Alcune rane sopravvissero molti giorni alla eccisione dei loro polmoni, mentre che quelle cui scorticavansi, o di cui spalmavasi il corpo con vernice a spirito di vino, perivano in poche ore. Quando tenevasi la testa di questi animali nell' aria, sicchè dessi potessero respirare pei loro polmoni, morivano dopo sette in 24 ore se il loro corpo trovavasi immerso nell' olio; ma se la immersione di quest' ultimo avveniva nell' acqua, la loro vita si prolungava per tre mesi e mezzo. Le rane non eseguivano verun movimento respiratorio nell' acqua, ed in conseguenza non vi fanno entrare nulla nei loro polmoni; ma esse respirano, per la pelle, l' aria mescolata a questo liquido. Per tal guisa esse conservano la loro vita nell' acqua corrente. Rinchiuse in acqua cui rinnovavasi ogni giorno, esse vissero così una parte dell' inverno, nè perirono, dopo due mesi e mezzo, che quando si cessò di cambiar l' acqua. Mentre la pelle respira acqua carica di aria nelle rane, abbisogna dell' aria libera nelle ranette (*Hyla*); immerse nell' acqua in guisa da poter respirare coi loro polmoni, queste ultime non vivevano che tre in quattro giorni. Alcune salamandre alle quali avevasi levato il

(1) *Mem. della Soc. d'Arcueil. Parigi, 1810, t. II, p. 392.*

(2) *Mem. sulla respirazione, p. 72.*

(3) *Influenza degli agenti fisici sulla vita, p. 5, 49-55, 67-82, 128.*

cuore, e nelle quali impedivasi la respirazione polmonare, vissero 24 in 26 ore nell'aria, e 4,0, 5 soltanto nell'acqua. Negli uccelli e nei mammiferi effettuasi, nella pelle, uno scambio di gas analogo a quello che compiesi nella respirazione (§. 818, II), ma i cui effetti non sono identici.

II. La pelle, quando assunse tutto il proprio sviluppo, si solleva da una parte in papille e protuberanze analoghe ai membri, si avvizzisce dall'altra in critte e canali di membrana mucosa. Gli organi respiratorii che partono da essa si mostrano egualmente sotto due forme. I prolungamenti della pelle ai quali dassi il nome di branchie sono ora liberi all'esterno ed ora coperti.

1.° Le ciglia di alcuni infusorii, e le lamelle mobili disposte in serie, degli acaleffi cnofori, sono forse branchie libere con respirazione per la massa della sostanza. Questi organi sono più evidentemente accompagnati da respirazione pel sangue negli annelidi acquatici, ove essi occupano ora la lunghezza del corpo intero (amfinome), ora la estremità cefalica (terebelle), in molti gasteropodi, in cui si osservano o sul dorso (tetidi) o sui lati (pleurobranchi) o disposti a cintura attorno il corpo (gillidie), finalmente nei pteropodi ed in alcuni crostacei.

2.° Le branchie coperte formano il passaggio alle cavità branchiali. Si rinvencono principalmente nei bivalvi, ove, circondate dal mantello, pendono dai due lati del piede, verso l'apertura della conchiglia; nei crostacei, specialmente i decapodi, ove esse sono coperte da scudo dorsale, e negli isopodi, ove occupano per consueto il disotto della coda, coperte da particolari lamelle.

Gli infossamenti servono ad una respirazione per la massa o ad una respirazione pel sangue. Nel primo caso, il mezzo, che è aria od acqua, s'introduce nel corpo mediante canali.

3.° Negli acaleffi discofori rinvengonsi certe cavità serventi alla respirazione acquosa, le quali, mediante aperture situate sulla faccia inferiore del corpo, ricevono l'acqua, di cui l'aria opera sul prodotto della digestione. Accade eziandio alcun che di analogo in alcuni animali, i quali, sebbene forniti di sangue, non possiedono però vasi sanguigni proprii per l'organo respiratorio, ma nei quali l'acqua penetra nella cavità addominale, e bagna l'organo digerente provveduto di vasi sanguigni; tali sono, ad esempio, le asterie, e fra gli annelidi, i talassimi e gli afroditi. Sonvi inoltre certi animali muniti di altri organi respiratorii, nei quali rinvengonsi condotti acquiferi, che hanno probabilmente gli stessi usi; Delle Chiaje ne vide in molti molluschi, e Baer nei mitoli (1). Non si sa per anco

(1) Nov. Act-acad. cur, t. XIII, p. 597.

positivamente se i canali acquiferi che partono, o dalla cavità nasale per terminare in fondo di sacco (ciclostomi), o dai lati dell'ano (razze e squali), della cloaca (coccodrillo), delle parti genitali (cheloniani), per terminare nella cavità addominale, abbiano affinità con quelli.

4.° Gli organi respiratorii formano alcuni canali aerei negli insetti ed in una parte degli aracnidi. Gli insetti hanno d'ordinario nove in dieci paia di stimate, da ciascuna delle quali parte un condotto aereo, il quale ora si riunisce coi due canali più vicini di esso onde formare un tronco percorrente la lunghezza del corpo intiero, e presentante talvolta eziandio alcune dilatazioni in forma di sacco, ora si ramifica nei differenti organi. Nelle larve che vivono nell'acqua, ma attingono l'aria alla superficie di questo liquido, le stimate, specialmente quelle dell'addomine, si allungano in tubi respiratorii cornei, cui l'animale può far protuberare fuori dell'acqua. Altre larve rimangono nell'acqua, di cui esse assorbono l'aria, la quale viene ricevuta dai principii delle trachee anastomizzate insieme in forma di reticello.

I vegetali respirano in generale attraverso le loro cellule chiuse. Nei più perfetti, l'aria penetra principalmente per gli stomati, vuoti intercellulari, situati alla faccia inferiore delle foglie, d'onde si sparge nei vuoti analoghi delle parti del tronco, o ciò che chiamansi i condotti intercellulari; ma s'insinua altresì nelle trachee, che sono egualmente chiuse (1). Tuttavia le vie del sevo e quelle dell'aria non sono talmente distinte, nei vegetali, che uno stesso spazio non possa far l'ufficio delle une e delle altre ad epoche diverse. I frutti verdi non hanno stomati, e nondimeno alterano l'aria come fanno le foglie munite di queste aperture. D'altronde, la somma di quella alterazione non è punto proporzionata al numero degli stomati.

Allorquando alcuni vasi sanguigni particolari si recano agli infossamenti della pelle che ricevono aria, ora formano ramificazioni situate nel piano della parete, ora protuberano nell'interno, in doppiature della pelle.

5.° La prima di queste disposizioni produce le cavità respiratorie che osservansi in alcuni gasteropodi respiranti l'aria (lumacone, lumaca), certi annelidi (sanguisuga, verme di terra), e negli aracnidi polmonari.

6.° Dalla seconda risultano le cavità branchiali, che respirano acqua nei gasteropodi respiranti questo liquido, e dell'aria in alcuni aracnidi.

(1) Confronta Raspail, *Nuovo sistema di fisiol. vegetabile e di botanica*. Parigi, 1837, t. II, p. 242. — Dutrochet, *Mem. per servire alla storia anat. e fisiologica dei vegetali e degli animali*. Parigi, 1837, t. I, p. 320.

Fra questi ultimi, se ne contano di quelli (*disderia, segestria*), i quali, indipendentemente dalle cavità branchiali aeree, hanno pure trachee ramificate.

1. ORGANI PARTENTI DAL CANALE DIGERENTE.

§. 966. Nella guisa stessa che la membrana mucosa del canale digerente si solleva in villosità, o si deprime in critte mucose e condotti secretorii, per l'adempimento delle funzioni che le sono proprie, così pure essa si rovescia tanto all'esterno che nell'interno pel servizio della respirazione.

I. Lo stesso organo digerente diviene sede della respirazione, tanto esclusivamente, quanto di concerto con altri organi respiratorii. Nel primo caso, la membrana mucosa forma prominenze, le quali, ora rappresentano branchie propriamente dette, vale dire, doppiature munite di vasi sanguigni particolari e sporgenti nella cavità digerente, riempita del mezzo esterno, l'acqua, ora consistente in canali aerei, i quali separano aria dall'acqua nella cavità digerente, e la conducono alle differenti parti del corpo.

1.° Nei tunicieri, ad un'apertura buccale ammettente il nutrimento e l'acqua destinata alla respirazione, succede certa cavità spaziosa cui puossi considerare come cavità buccale, pel motivo che l'esofago incomincia alla sua parte inferiore, ma che rappresenta ad un tempo una cavità branchiale, di cui i vasi sanguigni protuberano, sotto forma di reticello, in doppiature membranose. Nei cefalopodi, si trovano branchie lamellose più sviluppate, in una cavità, la quale ammette acqua destinata alla respirazione mediante due aperture, ma alla quale terminano altresì il retto, la borsa del nero e le parti genitali, sicchè essa rappresenta una vera cloaca, ed offre, per così dire, la contro-parte della cavità buccale respiratoria dei tunicieri.

2.° Le larve dei neuroterri attraggono l'acqua nel loro retto, ove protuberano le trachee divise in reticelli e coperte di membrana mucosa, che ricevono l'aria separata da questo liquido.

3.° Una respirazione intestinale accessoria si osserva altresì, fra gli animali vertebrati, nel *cobitis fossilis*. Questo pesce viene tratto tratto alla superficie, vi prende aria, e ne lascia scappare ad un tempo, per l'ano, certa quantità, cui scorgesi ascendere nell'acqua sotto forma di bolle; la respirazione branchiale allora s'interrompe, e non ripiglia che dopo alcuni minuti. Siccome il cobite vive in maremme, le quali si disseccano in grau parte durante la stagione calda, esso abbisognava di tale respirazione aerea

per l' intestino ; ma dessa gli è necessaria eziandio allorquando esso trovavasi in bastevole quantità di acqua. Osservò Erman (1) che esso vive molte settimane nell' acqua bollita e coperta di uno strato di olio, mediante la sua sola respirazione aerea, senza far verun uso delle sue branchie ; quando gli si impediva di venire alla superficie s' ingegnava respirare con queste ultime e periva. Pari cosa accade certamente in altri pesci che vengono tratto tratto alla superficie dell' acqua per assorbirvi aria, cui molti (*tetodon*), fanno servire a gonfiare prodigiosamente il proprio corpo, o che, in altri (*cottus scorpius*), cagiona una specie di gruguito quando si traggono dall' acqua (2).

4.° Alcuni fatti sembrano annunciare che una respirazione intestinale accade pure nell' uomo. Sebbene alcuni gas si svolgano dagli alimenti durante il lavoro della digestione (§. 947), ingoiiamo altresì aria coi nostri alimenti e colle nostre bevande. Gosse inghiottiva aria rattenendo la sua respirazione, chiudendo la bocca, appoggiando la lingua al palato, ed eseguendo i movimenti della digestione. Secondo le osservazioni di Magendie (3), sonvi otto in dieci uomini sopra cento, i quali possono fare altrettanto. Ordinariamente l'aria così inghiottita ritorna in bocca, ma talvolta eziandio essa distende gli intestini ed esce per l'ano. Dopo l'asfissia pei gas deleterii, per l'acido carbonico specialmente (4), del pari che in seguito ad ogni sospendimento repentino della circolazione polmonare, si scorge una grande congestione sanguigna nella membrana mucosa dello stomaco o degli intestini. Pigliò da questo le mosse Plagge (5) per ammettere una respirazione intestinale nell' uomo ; pretendeva egli che l'esofago inspiri ed espiri, che se il ventre si gonfia durante la inspirazione, ciò proviene unicamente a motivo della respirazione degli intestini, e che il movimento peristaltico non sia altro che un movimento respiratorio. Krimer (6), sosteneva la opinione, non meno arrischiata, che i tisici suppliscono alla mancanza della respirazione inghiottendo frequentemente aria ; ove si debba prestargli fede, di due giovani cani ai quali esso legò la trachea-arteria, quello nel cui intestino fece alternativamente entrare ed uscire aria, visse più alla lunga dell' altro. Ma siffatte asserzioni mancano di prova, e puossi dire altrettanto dell' altra ipotesi di Krimer,

(1) Gilbert, *Annalen der Physik*, t. XXX, p. 143.

(2) Rathke, *Beitraege zur Geschichte der Thierwelt*, t. II, p. 56.

(3) *Compendio elementare*, t. II, p. 131.

(4) *Diz. di Med. e di Chir. prat.*, art. ASFISSIA, t. III, p. 542.

(5) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. V, p. 89.

(6) Horn, *Neues Archiv*, 1821, p. 261.

che vuole servire la respirazione dell' intestino soltanto alla forza muscolare.

II. Negli scalini superiori della serie animale gli organi respiratorii si sviluppano mediante eserzioni dell' organo digerente, di cui essi rappresentano dapprima rami laterali, i quali poco a poco acquistarono maggior indipendenza rinserrandosi alla loro base e sviluppandosi viemmeglio. Siffatte eserzioni avvengono o nell' intestino o nelle fauci.

1.^o Le oloturie attraggono l' acqua servente alla loro respirazione nella cloaca, d'onde essa passa in due condotti laterali, i quali si ramificano alla maniera di alberi, e terminano in fondo di sacco.

2.^o La vescica natatoria dei pesci è, quanto al suo modo di formazione, una vera eserzione di tal genere, la quale soltanto parte dalla regione superiore dell' intestino, assume la forma di sacco, e non riceve acqua nel suo interno (§. 383). È dessa realmente un organo di respirazione, non già d' inspirazione, ma di espirazione, in quanto che essa separa alcuni gas dal sangue contenuto nei suoi numerosi vasi (§. 817, 7.^o). Negli animali vertebrati, gli organi respiratorii sono rami laterali del principio del canale digerente, che ora perforano la parete del corpo per comparire all' esterno, ora terminano in fondo di sacco nell' interno del corpo. La prima di queste due disposizioni costituisce la respirazione dell' acqua per branchie; la sua affinità colla respirazione cutanea fa che essa occupi un grado inferiore.

3.^o Le branchie dei pesci sono doppiature di membrana mucosa, ricche di vasi, sostenute da una base ossea o cartilaginosa, e che continuano da un lato con la membrana mucosa dell' esofago, dall' altro colla pelle esterna. Mediante la loro divisione in filamenti od in lamelle, esse moltiplicano i punti di contatto dell' acqua, a tal grado che, per esempio, in una razza lunga 18 pollici, presentano una superficie di 2250 pollici quadrati. Nei pesci ossei, lo spazio che le racchiude è una semplice fessura del corpo, cui quattro archi ossei, alla superficie dei quali esse sono impiantate, dividono in cinque fessure; questa fessura continua da un lato colla cavità gutturale, dall' altro colla superficie esterna, ove essa può essere chiusa ed aperta da un opercolo mobile, composto di molti pezzi ossei. Nei condropterigi, le branchie sono situate più profondamente nella parete del corpo, meglio separate le une dalle altre dal tubo digerente e dalla pelle, e rappresentano molti piccoli sacchi, generalmente nel numero di sei o sette, ciascuno dei quali finisce all' esterno o nell' interno mediante apertura rotonda, nuda o provveduta per lo meno di compiuto opercolo. Qui adunque gli organi respiratorii sono sacchi branchiali (§. 965, 7.^o),

mentre che nei pesci ossei costituiscono branchie coperte (§. 965, 4.°). Medesimamente, nei plagiostomi, allo stato embrionario, essi rappresentano branchie libere (§. 965, 3.°), protuberanti all'esterno, che consistono in filamenti semplici partenti dai sacchi branchiali.

4.° Siffatta disposizione forma il passaggio alle branchie libere, che partono da archi branchiali situati in fessure analoghe della parete del corpo, e respirano l'acqua di mezzo a cui nuotano, mentre che esiste ad un tempo polmoni per la respirazione aerea; stato di cose, il quale persiste per tutta la vita nel proteo e nei rettili vicini, ma che non si osserva negli altri batraci se non durante la loro vita embrionaria, cui essi passano nell'acqua. Il proteo non abbisogna dell'aria libera nell'acqua bastevolmente aereata, esso non va più spesso del maggior numero dei pesci alla superficie, per assorbirvi aria, e rigetta d'ordinario quest'aria per le fessure branchiali; fuori dell'acqua, perisce in poche ore; tuttavia si assicura che quando lo si tiene in poca quantità di liquido, e lo si abitui così a respirare l'aria maggiormente, i suoi polmoni, imperfettissimi, acquistano alquanto maggiore sviluppo.

I canali aerei, che partono dal fondo della gola e terminano in fondo di sacco, nell'interno del corpo, formano i polmoni.

5.° I polmoni compariscono, nei rettili, sotto la forma di dilatazioni della trachea-arteria piegate al di dentro, in guisa da produrre cellette diversamente grandi. È questo un grado di organizzazione che forma il passaggio delle cavità branchiali ai polmoni.

6.° Negli uccelli, i polmoni costituiscono per la prima volta una espansione ramificata dei bronchi, i quali tuttavia non si dividono alla maniera degli alberi, ma attraversano i polmoni intieri, senza diminuire sensibilmente di diametro, e somministrano soltanto rami laterali. I più piccoli di questi rami hanno tutti lo stesso diametro, non si dividono, e contraggono numerose anastomosi le une colle altre. Nelle loro estremità, si osservano vescichette laterali, ricche di vasi, nei quali la respirazione ha la sua sede propriamente detta. Del resto, i polmoni sono piccoli, non riempiono la cavità pettorale, ne occupano il lato dorsale, e non sono tappezzati dalla membrana sierosa della cavità del corpo che nelle loro facce anteriore ed inferiore. Si scorge nella loro faccia inferiore e posteriore alcune aperture, le quali conducono dai bronchi nei sacchi aerei.

7.° Nei mammiferi, i polmoni sono più voluminosi; giacchè nell'uomo essi formano $\frac{1}{35}$ della massa totale del corpo, mentre non ne rappresentano che $\frac{1}{90}$ nell'uccello; col cuore, essi riempiono la cavità toracica. I sacchi della pleura li rinchiudono e formano di essi certi organi indipendenti;

un diaframma compiuto li separa altresì dalla cavità addominale. I bronchi si ramificano alla maniera di un albero; le loro estremità maggiormente delicate si dividono in molte vescichette semi-sferiche, rinserrate le une contro le altre e circondate di vasi sanguigni; queste vescichette hanno 0,125 fin 0,166 di linea di diametro nell'uomo, secondo Krause (1); riunite alla divisione bronchiale sopra cui esse posano, ed al tessuto cellulare involgente, formano un lobetto, il cui diametro è di circa mezza linea. Gurlt (2) le dice più piccole negli erbivori che nei carnivori; sopra polmoni soffiati e disseccati esse avevano, nel

porco	0,072	in	0,077	di linea
bue	0,077	—	0,087	—
cavallo	0,077	—	0,093	—
cane	0,077	—	0,248	—

B. Organi per la sostanza organica.

§. 967. Nella respirazione per la massa del corpo (§. 964, 2.^o) non sonvi ancora disposizioni speciali per mettere la sostanza organica a contatto col mezzo esterno. Ma quando il succo vitale divenne sangue, e questo acquistò un vero sistema vascolare, quest'ultimo invia altresì rami speciali agli organi della respirazione, acciocchè il sangue comporti così le trasformazioni necessarie al suo pieno ed intero sviluppo. Siffatta particolarità, cotanto importante per la formazione organica, determina le principali forme della carriera del sangue, da noi già esposte trattando del sangue (§§. 693-696; 764, 1.^o, 2.^o), sicchè basterà rammentarne qui i principali tratti.

I. Nella prima forma principale, gli organi respiratorii rassomigliansi agli altri organi sotto l'aspetto del loro rapporto col sistema sanguigno. I loro vasi sanguigni, od i vasi respiratorii, sono rami dell'organo centrale del sistema sanguigno, come quelli delle altre parti del corpo, ed il sangue aereato, vale dire divenuto arterioso mediante la respirazione, viene ricondotto, tanto mediante vene particolari, o per fluttuazione, vale dire per retrogradazione, negli stessi vasi, verso l'organo centrale ove esso si mescola al sangue venoso, al sangue ritornante dagli altri organi, di cui diminuisce la venosità. Tale è lo stato di cose che sembra accadere negli aracnidi polmonari e nei crostacei inferiori.

(1) *Handbuch der menschlichen Anatomie*, t. I, p. 474.

(2) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 168.

II. La seconda forma principale è caratterizzata dalla compiuta opposizione fra i vasi respiratorii ed il resto del sistema vascolare, o tra l'atmosfera e la sostanza organica, sicchè tutto il sangue venoso comporta la influenza della respirazione, e ciascuno degli altri organi non riceve che sangue aereato.

1.° Ad un grado inferiore, l'organo centrale del sistema vascolare si compone unicamente di tronchi. Ecco quanto accade, per esempio, negli echinodermi. Nelle asterie, il vaso respiratorio è ad un tempo il tronco, giacchè esso circonda la cavità respiratoria alla maniera di anello, riceve vene dagli organi digerenti e genitali, ed invia arterie a questi organi. Nelle oloturie, all'opposto, sonvi due tronchi, ciascuno dei quali si ramifica, da una parte nell'organo digerente e genitale, dall'altra nell'organo respiratorio, locchè rende possibile una circolazione.

2.° Allorquando l'organo centrale (cuore) fa una opposizione determinata ai vasi sanguigni, ora esso invia, mediante la sua forza muscolare, il sangue divenuto arterioso negli organi respiratorii alle altre parti del corpo, o quello divenuto venoso in queste ultime agli organi della respirazione, ora spinge ad un tempo ambedue le specie di sangue, attesochè divenne doppio.

a. Nel caso di un cuore appartenente al corpo, come se ne trova uno, ad esempio, nei decapodi, gasteropodi, pteropodi e nelle ascidie, i tronchi delle vene del corpo diventano arterie respiratorie prolungandosi, e le vene respiratorie riconducono il sangue al cuore.

b. Nei pesci, all'opposto, i tronchi delle vene respiratorie si cambiano in arterie del corpo, ed il sangue venoso, ricondotto dalle vene respiratorie, giunge al cuore, che lo spinge immediatamente negli organi della respirazione.

c. La riunione di un cuore appartenente al corpo e di un cuore respiratorio incomincia nei cefalopodi. Qui le vene del corpo si aprono in due cuori laterali, d'onde partono le arterie respiratorie, ma le vene respiratorie s'imboccano col cuore mediano, che somministra l'arteria del corpo. Negli uccelli e nei mammiferi, la riunione è compiuta, sicchè il cuore appartenente al corpo ed il cuore respiratorio non ne formano che un solo, continuando pure a costituire due cavità separate una dall'altra.

III. Trovansi gradi intermedi laddove i vasi respiratorii fanno bensì opposizione al resto del sistema sanguigno, ma dove siffatta opposizione è in parte distrutta da un miscuglio parziale del sangue arterioso e del sangue venoso.

1.° Il miscuglio può accadere soltanto nei vasi.

a. Succede questo caso quando esiste un cuore appartenente al corpo, per mezzo delle vene del corpo. Così, nei bivalvi, il cuore, che è semplice, riceve, per le vene respiratorie, del sangue arterioso, cui spinge nel corpo; ma riceve altresì rami dalle vene del corpo, in maniera che la maggior parte del sangue venoso si reca agli organi respiratorii, ed una parte pure si mescola al sangue arterioso senza giungere in questi organi.

b. Quando evvi un cuore respiratorio, i rami che operano il miscuglio dei due sangui partono dalle arterie respiratorie. In tutti i batraci allo stato di girino, e nei proteidi per tutta la vita, il cuore riceve il sangue venoso del corpo, cui invia, mediante un tronco, alle arterie respiratorie, mentre che le vene respiratorie si riuniscono in un tronco arterioso destinato al corpo; ma il tronco arterioso respiratorio dà altresì rami alle arterie del corpo, ed in conseguenza mescola una parte del suo sangue venoso col sangue arterioso.

c. Pari cosa succede finalmente col cuore doppio del coccodrillo, l'arteria polmonare che esce dal suo ventricolo proprio somministrando un ramo, il quale si riunisce all'arteria proveniente dal ventricolo aortico, per costituire il tronco arterioso destinato al corpo.

2.º Negli altri rettili, il miscuglio dei due sangui si compie nel cuore.

a. In quelli degli ordini superiori, esso accade nel ventricolo arterioso, versando l'orecchietta del cuore e quella del polmone il loro sangue in un ventricolo comune. Nondimeno quest'ultimo è diviso in compartimenti presso gli ofidiani ed i cheloniani, in guisa che il sangue dell'orecchietta destra passa più facilmente nell'arteria polmonare, e quello della sinistra nell'aorta; ma l'arteria respiratoria somministra un ramo (condotto del Botalli) all'aorta. Nei sauriani ordinarii le due arterie sono rami del tronco comune proveniente dal ventricolo unico del cuore.

b. Negli anuri, le vene della respirazione e quelle del corpo terminano ad un'orecchietta comune, ed il tronco che esce dal ventricolo somministra un ramo ch'è l'arteria polmonare, dopo di che esso continua il suo corso facendo l'ufficio di aorta.

II. MOVIMENTO RESPIRATORIO.

§. 968. La respirazione consiste essenzialmente in movimenti d'ingestione e di eiezione (§. 817, 1.º), pei quali certi materiali della sostanza organica passano nel mezzo ambiente, ed alcuni materiali di questo nella sostanza organica. Ma, allorquando essa è più sviluppata, vi si aggiungono ancora altri movimenti; gli uni operano sul mezzo esterno in maniera da

rinnovare del continuo gli strati di questo mezzo, i quali entrano a contatto colla superficie respiratoria in generale e coi suoi diversi punti; gli altri hanno per iscopo di rinnovare del continuo la sostanza organica nella superficie respiratoria, affinchè sianvene sempre nuove porzioni che comportino la influenza del mezzo.

A. Qualità del movimento respiratorio.

I movimenti respiratorii sono di due sorta; gli uni appartengono alla vita organica, e gli altri alla vita animale.

I. I movimenti della prima specie, o quelli che compionsi senza il concorso dell'anima, hanno il loro unico fondamento nelle condizioni stesse dell'organizzazione.

1.° Gli uni sono latenti, e consistono nel rinnovamento continuo di sostanza. Ovunque essenziali, sono dessi gli unici che si rinvergono nei vegetali.

2.° Immediatamente dopo vengono i movimenti vibratili del corpo animale cui non si possono riconoscere se non se col soccorso del microscopio. Alcune correnti di acqua lungo le branchie, senza che queste fossero esse stesse in movimento, furono vedute nei bivalvi, da De Heide, Leeuwenhoek ed Erman, da Steinbuch nelle larve delle salamandre. Sharpey, il quale gli osservò negli annelidi, nei molluschi e nei girini di batraci (§. 764, 3.°), riconobbe che essi dipendono dai movimenti di ciglia impiantati sopra le branchie. Però alle scoperte di Purkinje e di Valentin andiamo debitori della esatta cognizione delle ciglia vibratili. Questi filamenti privi di colore, di sostanza omogenea, lunghi da 0,001 a 0,010 di linea, rinserrati gli uni contro gli altri, e moventesi, non già isolatamente, ma per serie intiere, esistono in tutto il regno animale; nondimeno non si riscontrano ovunque che in certi organi. Si vedono nell'apparato respiratorio dei rettili, degli uccelli e dei mammiferi, talvolta eziandio sopra le membrane mucose degli organi digerenti, orinarii e genitali femminini, finalmente sulla pelle di alcuni animali senza vertebre. Siccome essi esistono egualmente nei ventricoli cerebrali dei mammiferi, sembrano essere una manifestazione particolare della vita interna della massa animale, la quale può accadere alle superficie toccate dai liquidi estranei, nell'interesse del lavoro della plasticità. Le branchie di molti molluschi, delle larve di salamandre e simili, non si muovono da sè stesse; le sole correnti determinate dalle loro ciglia vibratili rinnovano del continuo lo strato di acqua

col quale esse entrano in contatto. Quelle dei pesci, all'opposto, che sono provvedute di un apparato speciale di movimento, non hanno ciglia.

3.° Qualunque membrana mucosa trovasi in rapporto immediato colla vita materiale, giacchè od essa si appoggia sopra parti dello scheletro, od è rivestita di fibre mobili, o presenta alternativamente ambidue i modi di vicinanza. Pari cosa accade agli organi respiratorii formati di membrana mucosa; i tubi od i sacchi si empiono e si vuotano alternativamente, che ciò sia per l'attività di muscoli plastici, o per l'elasticità di membrane tendinose e di lamine cartilaginose. Secondo Tiedemann (1), le vescichette, i rami ed i tronchi degli organi respiratorii si contraggono durante la espirazione, nelle oloturie, e si dilatano durante la inspirazione. Nella guisa stessa che Comparetti l'aveva osservato in molti insetti, Rengger (2) vide, nelle locuste, le trachee distendersi e rinserrarsi alternativamente, e dal rientrare ed uscire alternativamente nelle larve acquatiche le vescichette aeree nascenti dagli stimmati, concluse che questi organi possiedono la indipendenza. Nondimeno crede Burmeister (3) che le trachee degli insetti si rinserrino unicamente per la pressione della parete del corpo, e che esse si dilatino in virtù della sola loro elasticità, locchè non risulta forse vero che del maggior numero di quelle, le quali sono rigide; molte però ve ne ha dotate di pareti molli, massime nelle loro dilatazioni.

II. La periferia animale opera la respirazione mediante movimenti volontari, cui sollecita il sentimento del bisogno di respirare, sicchè qui la vita plastica e la vita animale entrano in intimo conflitto. Ad un grado inferiore della vita il bisogno di respirare è meno pressante, la qual cosa fa sì che allora il libero arbitrio eserciti, sotto quest'aspetto, assai maggior impero di quello ne abbia negli animali più inoltrati in organizzazione.

Alcuni movimenti respiratorii sono generali; tali risultano i seguenti:

1.° Quelli che coincidono coi movimenti locomotori dell'animale intiero, per esempio, nelle meduse, la cui progressione si compie mediante estensioni e flessioni alternative, le quali servono ad un tempo ad attirare e far uscire l'acqua destinata alla respirazione.

2.° I moventi della parete del corpo, che, ovunque dove esistono organi respiratorii interni, vengono in aiuto ai movimenti plastici; giacchè,

(1) *Anatomie der Rohren-Holothurie*, p. 11.

(2) *Physiologische Untersuchungen ueber die thierische Haushaltung der Insekten*, p. 37.

(3) *Handbuch der Entomologie*, t. I, p. 418.

dilatando gli spazii interni, permettono al mezzo esterno d'introdursi, mentre che restringendoli costringono quello stesso mezzo ad uscire.

Altri movimenti sono più ristretti agli organi respiratorii stessi.

3.° Tale è il caso di branchie libere, quelle, ad esempio, di alcuni gasteropodi, i quali si muovono alla maniera di membri, e servono eziandio in parte di natatoje.

4.° La entrata e l'uscita dal mezzo ambiente sono determinate ora da muscoli, i quali ingrandiscono e rinserrano il foro della respirazione, come nei gasteropodi acquatici; ora mediante valvole cui alcuni muscoli possono ravvicinare ed allontanare dall'apertura, come nel maggior numero degli insetti; talvolta mediante opercoli capaci di abbassarsi e di alzarsi come negli insetti acquatici; altrove, finalmente, mediante speciali disposizioni, come nei decapodi, ove una piastra ovale, collocata alla maniera di uola nel canale della cavità branchiale, eseguisce varie oscillazioni, le quali fanno entrare certa quantità di acqua, mentre esse ne fanno uscire un'altra.

B. Modalità del movimento respiratorio.

§. 969. La maniera con cui compiesi la respirazione, mediante movimenti, varia molto nelle quattro classi di animali vertebrati.

I. Nei pesci, che sono sprovvisti di speciale cavità toracica, questo movimento accade nella parete del corpo, affatto presso alla testa, e senza il concorso delle costole; siccome la cavità nasale forma un fondo di sacco, l'acqua aerata non può che essere ammessa per la bocca ed espulsa per altra via; essa forma adunque certa corrente, la quale attraversa la cavità respiratoria, come scorgesi, benchè in altra maniera, negli acefali e nei cefalopodi. Nei pesci ossosi, mentre che la fessura branchiale è chiusa dal suo opercolo, l'acqua passa dall'esofago nello spazio respiratorio, atteso che gli archi branchiali, articolati sul cranio, si allontanano mediante un movimento dal di dietro al dinanzi, il quale, congiunto all'azione della stessa acqua, fa che le lamine di ogni branchia ed i filetti di ogni lama branchiale si allontanino gli uni dagli altri, ed entrino da tutti i lati in contatto col liquido; dappoi gli archi branchiali si riportano di nuovo all'indietro, e si avvicinano gli uni agli altri, al pari delle lamine branchiali, intanto che l'opercolo si abbassa e che l'acqua sfugge per la fessura branchiale aperta. La entrata dell'acqua per la fessura branchiale non è già impossibile, ma sembra che nei ciclostomi specialmente, i quali possono applicarsi a corpi estranei mediante la loro bocca agente come ventosa,

l'acqua destinata alla respirazione entri ed esca ordinariamente pei fori branchiali esterni. Del resto, in questi animali come negli altri pesci cartilaginei, sonvi muscoli particolari, i quali contraggono i sacchi branchiali durante la espirazione, e che riaprono i fori branchiali chiusi da valvole.

II. Nei rettili, in tutti gli animali che respirano aria, ed in alcuni di quelli che respirano acqua, come le oloturie e le larve d'insetti respiranti per trachee nel retto, il mezzo esterno esce dal corpo per la stessa via di quella che gli servì ad introdursi. Non avvi cassa pettorale chiusa, ossea e mobile per sè stessa negli anuri, i quali non possiedono che uno sterno senza costole; negli ofidiani, che hanno sole coste senza sterno, e nei cheloniani, le cui coste sono confuse in una sola massa collo scudo. Qui adunque le pareti della cavità pettorale non possono concorrere che poco o nulla alla respirazione; l'aria penetra prima per le narici allargate, cui i loro muscoli circolari poscia chiudono; indi passa nella cavità buccale e nelle fauci dilatate in forma di sacco, il quale rinserrandosi, nel tempo stesso che la bocca rimane chiusa, mediante i muscoli della lingua e dell'ioide, la costringe introdursi nella glotta e nei polmoni; durante la espirazione, questi ultimi organi si contraggono, e sono in ciò assistiti dai muscoli del tronco.

III. I polmoni degli uccelli non riempiono la cavità pettorale, ed apronsi nei sacchi aerei; ma siccome questi ultimi s'ingrandiscono pel sollevamento delle costole e dello sterno, e che in conseguenza attirano l'aria, i polmoni si riempiono di questa ultima, il cui afflusso viene favorito dal raccorciamento che imprimono alla trachea-arteria i suoi grandi muscoli longitudinali. Durante la espirazione, i sacchi aerei sono compressi dalle pareti del corpo, ed i polmoni stessi lo sono da muscoli, i quali si estendono dai lati della membrana serosa dispiegata sopra di essi.

IV. L'apparato respiratorio si compie, nei mammiferi, mediante lo sviluppo di parti, le quali non esistono che allo stato rudimentario nel resto della serie animale, cioè, il velo palatino, la epiglotta ed il diaframma; inoltre i polmoni riempiono la cavità pettorale, alle pareti della quale essi sono immediatamente applicati, ciò che non gli impedisce di conservare la loro indipendenza e la loro libera mobilità, atteso la doppiatura della pleura che gli involge. Tutte le vie aeree si dilatano e rientrano nell'interno durante la inspirazione, mentre che, durante la espirazione, esse si restringono e si riportano all'esterno. Questi movimenti sono compiuti dall'azione riunita della forza muscolare e della elasticità, tanto delle vie aeree che della periferia animale, l'aria stessa contribuendovi altresì mediante la sua pressione e la sua elasticità.

1.° I mammiferi, in generale, respirano ordinariamente pel naso, nè respirano per la bocca che quando il loro naso non può dar accesso ad una quantità di aria capace di soddisfare il bisogno che comportano. La respirazione per la bocca riesce difficilissima nei solipedi, il cui velo palatino scende fin alla laringe; ma, invece, questi animali hanno grandissimi narici, cui possono aprire ampiamente, e condotti nasali spaziosi. È dessa impossibile nei cetacei, atteso che la loro epiglotta, ascendendo fin all'apertura posteriore delle fosse nasali, chiude la glotta dal lato della cavità buccale. Per tal guisa, mentre essi tengono la bocca nell'acqua, nuotando alla superficie, respirano mediante le loro narici prominenti fuori del liquido, che occupano il punto culminante della testa, e possono chiudersi mediante una valvola; l'aria giunge in un sacco analogo al sacco branchiale, e passa da di là nelle fauci, per modo che, quando l'animale espira, vedesi elevarsi due colonne di vapore, e che l'acqua può eziandio essere scacciata dalla cavità buccale per le narici. Nell'uomo, il movimento delle ali del naso riesce insensibile nello stato normale; solo nella respirazione laboriosa diviene più visibile, all'oggetto di allargare le narici e di procurare più ampio accesso all'aria; per tal guisa le ali del naso si abbassano durante la espirazione. Allorquando i condotti nasali non offrono bastevole apertura, per esempio, nella corizza, l'uomo respira per la bocca, e se il bisogno di respirare fassi sentire in modo imperiosissimo, esso apre largamente quest'ultima per l'abbassamento della mascella inferiore, poi la chiude al momento della respirazione.

2.° La lingua ed il joidé si abbassano e si riportano all'indietro durante la inspirazione, si alzano e ritornano al dinanzi durante la espirazione. Respirando pel naso, il velo del palato, teso perpendicolarmente, dirige l'aria delle fosse nasali verso la glotta. Allorquando si respira per la bocca, otturandosi il naso, il velo del palato s'innalza abbastanza da permettere alla vista di penetrare nelle fauci, e dirige l'aria dalla cavità buccale verso la glotta, impedendole d'introdursi nelle fosse nasali. Se la respirazione è molto ampia, l'uvola si muove alternativamente dall'inanzi all'indietro, e dall'indietro al dinanzi, seguendo la corrente dell'aria.

3.° Nella inspirazione, la laringe si abbassa, la epiglotta si raddrizza dal di dietro al dinanzi, e la glotta diviene più larga; i suoi labbri si riportano all'esterno pel disgiungimento delle cartilagini aritenoidi (1). Alcuni movimenti inversi avvengono durante la espirazione. Allorquando fermasi volontariamente la respirazione, e si trattiene il proprio alito, la glotta è

(1) Mende, *Von der Bewegung der Stimmritze beim Athemholen*, p. 7.

chiusa e coperta dalla epiglotta, la quale si abbassa sopra di essa. Pari cosa avviene comunemente nell' asfissia per sommersione, giacchè in tal caso l'acqua non penetra nelle vie aeree che dopo la morte reale, quando i muscoli della glotta si rilassano e la lasciano libera. Nei cetacei, la epiglotta chiude la glotta nello stato di riposo, nè si allontana da essa che durante la inspirazione.

4.^o Durante la espirazione, la trachea-arteria è raccorciata dalle fibre longitudinali che vanno da una cartilagine all'altra, e che nello stesso tempo l'allargano. Durante la espirazione, essa si restringe e si allunga per l'azione antagonista delle fibre muscolari oblique che uniscono le due estremità di ogni anello cartilaginoso. Siffatto restringimento, il quale si propaga dal basso in alto, espelle il muco od il sangue, e può eziandio, dopo la tracheotomia, far uscire la cannuccia cui collocossi nelle vie aeree. D'altronde, quando è praticata un'apertura alla trachea-arteria, la respirazione può continuare senza il concorso della laringe, e sebbene quest'organo rimanga immobile.

5.^o Le coste, questi prolungamenti che le apofisi trasverse delle vertebre inviano per formare la parete viscerale al petto, costituiscono archi, chiusi dallo sterno, che sono analoghi alla mascella inferiore, quest'altro arco viscerale della testa, e che s'innalzano e si abbassano nella respirazione normale, come fa la mascella nella masticazione ed anche nel caso di respirazione difficile. Sono desse collocate obliquamente, in modo che la loro estremità anteriore, unita immediatamente o mediatamente collo sterno, trovasi situata più ingiù della loro estremità posteriore, articolata con la colonna vertebrale. Durante la inspirazione, esse vengono sollevate e tratte all'esterno dai muscoli che si fissano alle vertebre superiori (scaleni, cervicale discendente, elevatore delle costole, dentellato posteriore superiore), ciascuna di esse strascinando quella che è al disotto mediante muscoli intercostali. Nel tempo stesso che le costole passano così, per la torsione della loro testa, dalla direzione obliquamente discendente ad una situazione che si avvicina all'orizzontalità, il diametro orizzontale del petto diventa più grande, massime per traverso. Siffatto movimento è tanto debole nella respirazione tranquilla, che l'occhio appena se ne accorge; ma, nelle inspirazioni profonde, diviene più sensibile; giacchè verso il mezzo dell'altezza del petto, il diametro trasversale, il quale era soltanto di otto pollici, ne acquista nove o più. Le coste sollevano alquanto con esso la parte superiore dello sterno, e ne portano la estremità inferiore al dinanzi, sicchè il diametro antero-posteriore del petto, o la linea tirata dallo sterno alla colonna vertebrale, e che possiede circe tre pollici, si

allunga all' incirca di tre linee nella inspirazione ordinaria, e di circa un pollice intero nella inspirazione profonda. Allorquando la respirazione diviene penosa, alcune parti diverse della colonna vertebrale si fissano per aiutare il sollevamento del petto; la testa è tesa dai muscoli della nuca, acciocchè lo sterno-cleido-mastoideo innalzi lo sterno e la clavicola, ed il sotto-claveare la prima costa; gli omoplati sono fissati all' insù, acciocchè il gran dentellato possa agire al dinanzi sopra le otto coste superiori, ed il piccolo pettorale sulla terza, quarta e quinta; finalmente si appoggia colle braccia al dinanzi sopra un corpo solido, acciocchè il gran pettorale possa sollevare lo sterno e le costole, dalla seconda fin alla settima, verso la testa dell' omero. Il diaframma opera simpaticamente coi muscoli elevatori delle coste; contraendosi, e divenendo così più piano, si abbassa verso la cavità addominale, sicchè il diametro verticale del petto, divenuto più considerabile, può crescere di più di due pollici per ogni lato. Nella inspirazione ordinaria e tranquilla, la cassa pettorale ritorna ai suoi diametri ordinarii; giacchè il diaframma, le cui contrazioni cessano, redescrive la sua vòlta consueta nel petto, e le coste, di cui i muscoli elevatori non operano più, riprendono la situazione ad essi assegnata dalla loro disposizione meccanica. In una espirazione più energica, le coste sono tratte dall' insù all' ingiù dai muscoli addominali e lombari, i quali vi si recano perpendicolarmente ed obbliquamente dal bacino, e durante siffatto movimento, i muscoli intercostali operano come fanno nella inspirazione, solo in direzione inversa.

6.° I sacchi della pleura non contengono aria; quando apresi sotto acqua il petto di un animale vivente, non si vede elevarsi piccole bolle di aria, come accadrebbe se la cavità ne contenesse di cui l' acqua pigliasse il luogo. Un vuoto esistente adunque fra i polmoni e le pareti del petto, la pressione dell' atmosfera sulla superficie esterna di quest'ultimo li tiene applicati uno contro l' altro. Secondo Magendie, allorquando si pone allo scoperto i muscoli pettorali di un cane vivente, scorgesi, attraverso questi organi, che i polmoni rimangono costantemente a contatto col diaframma e con le pareti laterali del petto. Essendo le due parti molli e capaci di cedere, devono adattarsi una all'altra, in guisa che una segua i movimenti dell'altra, e si estende allora più che essa lo sia in virtù di sua costituzione naturale. Per tal guisa il diaframma non forma una vòlta cotanto prominente nella cavità pettorale, se non perchè esso segue i polmoni, divenuti più corti; ascende esso ancora più, e determina una espirazione più profonda, quando la pressione dell'atmosfera operò immediatamente sopra di esso mediante l' apertura della cavità addominale. Ma ove lo si perfori in

guisa che l'aria penetri nel petto, cessa la sua tensione, ed esso si abbassa tanto quanto glielo permette la sua coesione nello stato di rilassamento; può eziandio discendere molto più all'ingìù nel pneumo-torace (1). Se qualche motivo si oppone che una parte segua l'altra, neppur questa non può più muoversi. Quando si legò la trachea-arteria ad un animale, gli diviene impossibile dilatare il suo petto, pel motivo che i polmoni non ammettono più aria, e sono fuori di stato di acquistare più considerabile volume. Segue da ciò che i polmoni si comportano in modo passivo nella inspirazione, dappoichè sono costretti seguire le pareti del petto nella dilatazione che i loro muscoli fanno a quest'ultima comportare; le loro ramificazioni bronchiali si dilatano, l'aria che contengono si dilata, e l'aria atmosferica, più densa, si precipita nel vuoto per riempirlo. Siccome il petto si dilata specialmente nella sua regione anteriore, stante la mobilità delle estremità delle costole, ed alla sua base per l'azione del diaframma, è pure principalmente al dinanzi ed all'ingìù che recansi i polmoni, la qual cosa spiega perchè le aderenze ed altre anomalie siano più rare sopra questi punti che per di dietro ed in alto (2).

Quando apresi il petto di un animale vivo, i polmoni si avvizziscono, pel motivo che l'aria atmosferica esterna, la quale è più densa, scaccia l'aria dilatata e rarefatta dal calore che il loro interno rinchiede. Da ciò proviene che le ferite penetranti del petto diventano prestamente mortali nell'uomo, quando danno all'aria libero accesso nei due sacchi delle pleure. Se tiensi sott'acqua la trachea-arteria distaccata dal corpo di un animale testè ucciso, vedesi, all'apertura del petto, l'aria che esisteva nei polmoni sfuggire sotto forma di bolle.

7.° Praticando la stessa esperienza più tardi dopo la morte, non ne esce più aria; giacchè i polmoni sono già tanto avvizziti quanto lo diventano durante la vita per la pressione dell'atmosfera agente immediatamente sulla loro superficie esterna. Questo effetto non è già il risultato di una espirazione eseguita al momento della morte, e lo prova, indipendentemente dallo stato in cui si trovano le cose al momento stesso della morte, il fatto che le pareti del petto sono bensì tali quali si scorgono in seguito della espirazione, ma che tra esse ed i polmoni evvi una tale distanza che non se ne osserva mai di simile durante la vita. Bisogna adunque che questi organi si siano rinserrati, pel motivo che l'aria contenuta nel loro interno partecipò al freddamento del corpo intero, la quale per conseguenza si è

(1) *Magendie, Lezioni, t. I, p. 214.*

(2) *Autenrieth, Handbuch der Physiologie, t. I, p. 274.*

condensato, ned ha più tanto distese le ramificazioni dei bronchi, senza contare che, come in tutti i casi nei quali alcune parti fin allora intimamente applicate l'una all'altra vengono ad allontanarsi (§. 817, 5.^o), si svolse aria nei sacchi delle pleure, le cui pareti l'hanno segregata. Per tal guisa i polmoni sono più distesi durante la vita di quanto lo sarebbero in virtù della loro sola tessitura, ed essi si rinserrano fin al punto che corrisponde, propriamente parlando, alla loro coesione, dacchè la forza espansiva interna (l'aria inspirata e scaldata) e la forza attrattiva esterna (il vuoto dei sacchi pleurali) cessarono di agire. I polmoni danno prove di questa contrattilità propria, anche dopo essere stati staccati dal corpo, dappoichè essi non tardano a scacciare l'aria cui soffiasi nel loro interno. È incontrastabile che la loro contrattilità opera durante la vita, nella espirazione, e che essa contribuisce a rendere il diaframma più sporgente nella cavità pettorale. Fors'anche la diminuzione di questa contrattilità è la causa della difficoltà di respirare cui scorgesi in certe malattie, e massime nelle persone inoltrate cogli anni (1).

Siccome le lamelle cartilaginose delle divisioni della trachea si allungano e si estendono durante la inspirazione, così torna possibile che, durante la espirazione, esse ritornino alla situazione cui assegna loro la propria struttura, e che da ciò risulti la contrazione od il rinserramento del polmone intiero. Pretende, inoltre, Bazin, che sotto la loro tonaca peritoneale, i polmoni sono forniti di una membrana speciale, appartenente al tessuto elastico, il quale è visibilissimo nei grandi mammiferi, ma che scorgesi con istento nell'uomo, atteso la sua tenuità (2).

8.^o Non è tuttavia verisimile che i polmoni dei mammiferi ubbidiscano a sole leggi meccaniche, e si comportino in modo assolutamente passivo. Non puossi disconoscere che questi organi dispiegano un'azione muscolare propria, durante la espirazione, negli animali delle classi inferiori; così, ad esempio, i polmoni dei rettili respirano eziandio allora che la cavità toracica è aperta, ed essi contraggonsi in virtù di certa forza propria, dopo essersi riempiti di aria, mediante movimenti di deglutizione. Appena adunque è permesso supporre che non esista veruna traccia di questa attività vitale nei mammiferi. La forza con cui il muco è scacciato dalle profondità del petto, durante la tosse, non può provenire dal diaframma, dappoichè questo muscolo è rilassato nella espirazione, e cede alla trazione dei polmoni, i quali s'impiccoliscono; è dessa pure troppo

(1) *Magendie, Lezioni, t. I, p. 8, 169.*

(2) *Annali francesi e stranieri d'anatomia, Parigi, 1837, t. I, p. 318.*

considerabile perchè sia possibile attribuirla all' azione dei muscoli addominali; può ancora meno procedere dal cessare dell' azione dei muscoli del basso-ventre, e dalla tensione del tessuto legamentoso e cartilaginoso dei polmoni, il cui unico risultato consiste nel ricondurre le ramificazioni bronchiali dalla loro dilatazione momentanea al diametro che la propria struttura ad essi assegna nello stato di riposo. La inspirazione di vapori acri cagiona immediatamente certo stringimento spasmodico dei bronchi, ed in alcuni spasmi di petto il malato sente distintamente i suoi polmoni rinserrarsi. Ora, Reisseisen (1) dimostrò, nel polmone umano, alcune fibre muscolari, già conosciute da Malpighi, ma negate da Haller (2), le quali forniscono le grosse ramificazioni dei bronchi, di cui esse uniscono insieme le due estremità di ogni piastra cartilaginosa, formante così una parete muscolare al disopra del tessuto legamentoso; nelle piccole ramificazioni, queste fibre s' inseriscono alle lamelle cartilaginose isolate, e si estendono fin ai siti ove non esiste eziandio più di queste ultime. Narra Reisseisen un' osservazione fatta sopra animali, da Varnier, il quale vide le ramificazioni bronchiali contrarsi quando irritavansi con liquori o vapori stimolanti, od anche soltanto all'esterno mediante impressioni meccaniche. Osservò Krimer (3) che le fibre bronchiali dei polmoni si contraggono sotto la influenza delle irritazioni meccaniche od elettriche; allorchando Wedemeyer (4) faceva agire il galvanismo sopra polmoni di cane o di capibara staccati dal corpo, le piccole ramificazioni bronchiali di una linea di diametro comportavano certa costrizione sensibilissima, la quale accadeva soltanto lentamente, ma che andava poco a poco fin a toglierne compiutamente il lume; le irritazioni meccaniche e galvaniche non agivano sopra la trachea.

Aggiungiamo succedere talvolta ai polmoni dei mammiferi di presentare ancora per qualche tempo alcuni movimenti alternativi, dopo l'apertura della cavità toracica. È questo per certo un fenomeno insolito, ma che osservossi negli antichi tempi (5), poi da Houston (6), Bremond (7), Herissant (8) ed Haller, sebbene l'ultimo non l'abbia giudicato bastevole

(1) *Ueber den Bau der Lungen*. Berlin, 1822.

(2) *Element. physiolog.*, t. III, p. 75.

(3) *Untersuchungen ueber die naechste Ursache des Hustens*, p. 9, 42.

(4) *Untersuchungen ueber den Kreislauf*, p. 70.

(5) Haller, *Elem. physiol.*, t. III, p. 226.

(6) *Philos. Trans.*, 1736, n.° 441.

(7) *Storia dell' Accad. delle sc.*, 1739, p. 340.

(8) *Ivi*, 1743, p. 73.

ad autorizzare di ammettere un' attività spontanea nei polmoni. Avevansi veduti molte volte i polmoni scappare dal petto durante il rinserramento di quest'ultimo, e se ne accagionava la pressione esercitata dal diaframma. Ma Bremond si convinse che allora eziandio che i polmoni non trovavansi a contatto con veruna parte della parete pettorale, si distendevano per la inspirazione ed uscivano dalla ferita. Li vide altresì Florman continuare a muoversi dopo l'ablazione del diaframma (1), e Rudolphi, anche non ha guari, dopo quella di questo muscolo e dello sterno (2). Williams riconobbe (3) che essi facevano sforzo verso la ferita durante la dilatazione del petto, che si rinserravano sensibilmente durante il movimento espiratorio, e che dopo eziandio essere stati posti allo scoperto, davano a vedere un lieve movimento vermicolare. Fui testimonio dello stesso fatto in una esperienza praticata da Schultze, ma che tendeva a tutt'altro scopo. Finalmente Czermak l'osservò in un bambino mal conformato, a cui mancavano il diaframma e la parete pettorale.

Giusta tutto questo dobbiamo ammettere che le ramificazioni della trachea nei polmoni dei mammiferi si distendono, per virtù di leggi meccaniche, per l'azione dell'aria che la dilatazione del petto vi fa affluire, ma che, nella espirazione, la elasticità di cui esse sono dotate li riconduce al loro diametro naturale, al di qua di cui eziandio trovansi rinserrate dalle loro fibre muscolari. I polmoni si comportano adunque ovunque in modo passivo durante la inspirazione; giacchè, nei rettili, l'animale gli imbottisce di aria mediante movimenti di deglutizione, e negli uccelli, questo fluido vi è chiamato dal succhiamento dei sacchi aerei, di cui la dilatazione del petto induce l'ingrandimento. Ma la espirazione è la conseguenza della loro propria attività, e quando questa ha bastevole energia, può tuttavia compiersi un po' di respirazione dopo l'apertura del petto, perchè le ramificazioni dei bronchi, dopo essere state contratte dall'azione dei loro muscoli, ritornano al loro diametro naturale, per virtù della propria elasticità, ed in conseguenza eziandio attraggono l'aria. Le fibre muscolari plastiche delle ramificazioni bronchiali reagiscono adunque contro la loro distensione mediante l'aria; puossi considerarli come muscoli respiratorii interni che compiono la espirazione; sono antagoniste dei muscoli respiratorii esterni del petto che eseguisciono la inspirazione,

(1) Rudolphi, *Anatomisch-physiologische Abhandlungen*, p. 116.

(2) *Ivi*, p. 11.

(3) *Erriep, Notizen*, t. V, p. 322.

od almeno la loro azione alterna con quella di questi ultimi, come aveva già dimostrato Eberhard (1).

9.° L' afflusso dell' aria nelle vie aeree cagiona, al pari che quello del sangue nel cuore (§. 706, 2.°), certo rumore cui distinguersi, mediante lo stetoscopio, sotto forma di mormorio; il rumore prodotto nella trachea è cupo, di pari forza nella inspirazione e nella espirazione, e percettibile nel collo e nella regione superiore dello sterno; quello che nasce nei bronchi è più forte durante la inspirazione, per ciò che l'angolo di divisione oppone maggior resistenza all' aria entrante che all' aria uscente, e lo si ode di mezzo allo sterno, sotto l' ascella, fra gli omoplata; quello che si sviluppa nelle ultime ramificazioni e nelle cellule polmonari, è più muto, e la stessa ragione fa che non lo si oda bene se non durante la inspirazione, che esso sia percettibile in tutti gli altri punti del petto.

C. Quantità del movimento respiratorio.

§. 970. La quantità del movimento respiratorio non è maggiormente suscettibile di quella delle altre azioni vitali di essere rigorosamente valutata, pel motivo che essa varia in ogni individuo, secondo le particolarità di sua organizzazione e dello stato in cui esso ritrovasi. Non puossi adunque, sotto tale rapporto, pervenire che a determinazioni approssimative.

I. È la frequenza, in generale, quanto evvi di meno regolato negli animali inferiori, ove essa dipende in gran parte dalla volontà. Secondo Spallanzani (2), il lumacone non apre e non chiude il suo foro respiratorio in modo ritmico; lo lascia aperto, ora un solo istante, ed ora per molti minuti. Dice Sorg (3) che il bruco della sfinge del titimalo, respira venti volte al minuto, il cerviatolo comune, specie di scarabeo, venti, in venticinque, la locusta 50 in 55. La rana fa 40 in 100 movimenti inspiratorii nello stesso tratto di tempo (4). I pesci muovono il loro opercolo 25 in 30 volte e taluni fino 40. I più grossi uccelli respirano 20 in 30 volte, i piccoli 30 in 50. Il numero delle respirazioni è di 4 in 5 nelle balene, secondo Scoresby (5), di 7 nei ricci, secondo Gurlt (6), di 8 in 12 nel cavallo

(1) *De musculis bronchialibus*, p. 12.

(2) *Mem. sulla respirazione*, p. 244.

(3) *Disquisitiones circa respirationem insectorum*. Rudolstadt, 1805.

(4) *Edwards, Influenza degli agenti fisici*, p. 52.

(5) *Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang*, p. 192.

(6) *Lehrbuch der vergleichenden Physiologie*, p. 171.

e nel bue, di 10 nella capra e nella pecora, di 24 nel cane e nel gatto. Il termine medio è di 18 nell' uomo; Seguin valuta il numero delle respirazioni da 11 a 20, Laennec da 11 a 15, Menzies a 14, Magendie a 15, Allen e Pepys a 19, Dalton a 20, Davy a 26.

II. La quantità di aria inspirata ed espirata ad ogni respirazione, ascende, termine medio, a circa 18 pollici cubici, sicchè passano quasi 466000 pollici cubici attraverso i polmoni nello spazio di 24 ore. Abilgaard indica 3 in 6 pollici cubici (1), Wurzer 6 in 8, Davy 10 in 13, Allen e Pepys 16 $\frac{1}{2}$ (2), Herbst 16 in 25 (3), Dalton 30, Bostock (4) e Menzies (5) 42. Queste differenze provengono principalmente da quelle della grossezza del corpo, dell' ampiezza del petto, della forza muscolare, del genere di vita abituale, degli sforzi, e dell'apparato impiegato per fare la esperienza.

D'altronde, segue dalle esperienze di G. Leroy (6) che un violento soffiamento d' aria adduce la morte in pochi minuti, in certi animali (pecore, capre, porco d'India); una parte delle cellule polmonari si lacera, e l' aria passa o nel sangue o nel parenchima polmonare. Bichat osservò altresì che i violenti sforzi possono cagionare l' enfisema dei polmoni.

III. Le ramificazioni della trachea nei polmoni sono mantenute aperte dalle cartilagini applicate alla loro superficie, sicchè esse non possono mai vuotarsi intieramente mediante la espirazione. Si si domanda adunque quant' aria dopo la espirazione possano rattenere i polmoni umani.

1.^o Herbst non potè mai far entrare più di 186 pollici cubici di aria nei polmoni di adulto staccati dal cadavere (7).

2.^o Applicava Goodwin (8) una fasciatura attorno il basso-ventre dei cadaveri, onde prevenire l' abbassamento del diaframma, poi, mediante piccole incisioni eseguite sulla parete pettorale, riempiva di acqua i sacchi delle pleure. In tre appiccati, che erano probabilmente morti in istato di forte inspirazione, l' acqua occupò, termine medio, 262 pollici cubici; essa ne occupò 109 in quattro cadaveri d' individui morti naturalmente, e

(1) Scherer, *Giornale*, t. IV, p. 439.

(2) *Philos. Trans.*, 185, p. 253.

(3) Meckel, *Archiv fuer Anatomie*, 1828, p. 97.

(4) *Versuche ueber das Athemholen*, p. 47.

(5) Crell, *Annalen*, 1794, t. II, p. 33.

(6) *Giornale di Magendie*, t. VIII, p. 97.

(7) Meckel, *Archiv fuer Anatomie*, 1828, p. 104.

(8) Bostock, *loc. cit.*, p. 26.

in conseguenza dopo aver espirato. Ammise Goodwin, colla scorta di tutto questo, che l'ultimo numero esprima la quantità di aria che rimane nei polmoni, e che questi, in una inspirazione ordinaria di 14 pollici cubici, contengono 123 pollici cubici di aria. Avendo Allen e Pepys (1) tagliata la trachea sul cadavere d'uomo robusto, vi attaccarono una vescica, e trovarono così che i polmoni, avvizzendosi per l'apertura del petto, scacciarono 31 pollici e $1/2$ cubici di aria; dopo di che, confrontando la loro gravità specifica, il loro peso assoluto, e la quantità di acqua cui rimuovevano, trovossi che essi contenevano peranco 59 $1/2$ pollici cubici di aria. Dunque, rimarrebbero 91 pollici cubici di aria nei polmoni dopo una espirazione ordinaria, e 100 compresi quella della laringe e delle fauci, od anche 108, atteso la dilatazione che il calore fa comportare a tal fluido durante la vita. Ritrasse Ure 105 pollici cubici di aria dai polmoni di un annegato.

3.º Tramandava Davy (2) 190 pollici cubici di aria mediante una espirazione la più grande possibile, dopo di profonda inspirazione; 78 allorquando la inspirazione era ordinaria, e 68 ancora dopo una espirazione ordinaria. Giusta tutto questo, ammise che i suoi polmoni contenevano comunemente 118 pollici cubici di aria dopo la espirazione, e 135 dopo la inspirazione, ma che una espirazione forzata poteva ridurvi questo fluido a 41 pollice, ed una inspirazione egualmente forzata portarlo a 254. Trovò Menzies che dopo una espirazione ordinaria di 40 pollici cubici, potevasi tuttavia, mediante sforzi, espellere 70 pollici cubici di aria; e siccome ammetteva, secondo Goodwin, che, in onta della massima espirazione, i polmoni ritengano ancora 109 pollici cubici di aria, valutava la loro capacità a 219 pollici cubici. Pensava Bostock (3) che siasi in istato di espirare 170 pollici cubici, locchè porterebbe la capacità dei polmoni a 279, ammettendo sempre un residuo di 109. Prout la stimava egualmente a 280 pollici cubici (4). Trovò Thomson (5) che il maggior numero degli uomini possono espirare 200 pollici cubici di aria in seguito a profonda inspirazione. Fece sperimentare Herbst (6) ad undici giovani quant'aria potrebbero emettere espirando colla maggior forza possibile; il minimo fu di novanta pollici cubici ed il massimo di 240, locchè dà 170

(1) *Philos. Trans.*, 1809, p. 411.

(2) *Untersuchungen ueber das Athmen*, t. II, p. 79.

(3) *Loc. cit.*, p. 32.

(4) *Giornale complimentario*, t. XI, p. 223.

(5) *Schmidt, Jahrbuecher der Medicin*, t. IX, p. 149.

(6) *Meckel, Archiv fuer Anatomie*, 1828, p. 99.

per termine medio; ne fece espirare sei con tutta la forza possibile, dopo una inspirazione delle più profonde; qui il minimo fu di 120 pollici cubici, ed il massimo di 244, termine medio 167. Ammette egli, con Davy, che 41 pollici cubici di aria rimangono nei polmoni dopo la più forte espirazione, sicchè la capacità di questi organi in un uomo, potrebbe essere di 220 pollici cubici a 260, od anche ascendere fin a 280.

D. Relazioni del movimento respiratorio.

§. 971. Le relazioni più immediate dei movimenti respiratorii sono quelle col sistema nervoso. Per ben comprendere l'azione esercitata da ciascuna delle parti di questo sistema, il miglior metodo consiste nello studiarla procedendo dalle regioni inferiori del tronco verso l'encefalo.

I. I muscoli del basso ventre vengono in soccorso del movimento respiratorio dei polmoni (§. 860, 7.^o), ed essi dipendono dai nervi toracici inferiori, del pari che dai nervi lombari. La loro influenza sembra essere la più limitata di tutte. Allorquando Legallois (1) distruggeva la parte addominale della midolla spinale dei conigli, la respirazione era dapprima alquanto sconvolta, ma non tardava a tornar regolare, e la morte succedeva senza che avvenisse verun sintomo di soffocazione.

II. I muscoli inspiratorii del petto stanno sotto il dominio dei nervi cervicali inferiori e dei nervi toracici, in conseguenza della porzione corrispondente della midolla spinale. Quando tagliasi questa all' altezza delle vertebre inferiori del collo, o tra esse e la prima vertebra dorsale, i muscoli pettorali cessano di agire, e la respirazione non si compie più che pel diaframma, come lo si sapeva colla scorta di Galeno (2), e come lo confermarono le osservazioni di Cruikshank (3) e di Bichat. Pari cosa avveniva quando Legallois (4) aveva distrutto tutta la porzione toracica della midolla.

III. Haller ed altri prima di lui (5) videro il diaframma contrarsi per effetto della irritazione del nervo diaframmatico. La legatura o la sezione di questo nervo paralizza siffatto muscolo, ed allora i muscoli pettorali operano soli nella inspirazione, ma in modo leggero, e per un tratto di tempo brevissimo, come osservarono Haller ed i suoi predecessori,

(1) *Esperienze sul principio della vita*, p. 90, 97, 102.

(2) *Haller, Elem. physiolog.*, t. III, p. 93.

(3) *Reil, Archiv*, t. II, p. 64.

(4) *Loc. cit.*, p. 53, 89, 95.

(5) *Haller, Elem. physiolog.*, t. III, p. 92.

Cruikshank (1), Arnemann (2), Bichat ed Astley Cooper (3). Siccome il diaframma riceve alcuni filamenti dai nervi toracici, Krimer (4) dice averlo veduto contrarsi tuttavia, sebbene più leggermente, dopo la sezione dei nervi diaframmatici propriamente detti. La irritazione della porzione cervicale della midolla determinò la respirazione sibilante (5), e la sua distruzione o la sua sezione all' altezza della prima o della seconda vertebra cervicale, arresta istantaneamente la funzione (6), cosa di cui Bichat, e Legallois (7) fra gli altri, si convinsero. Gli uomini, giusta la osservazione di Brodie, periscono egualmente di asfissia subitanea, allorchando ebbero la midolla spinale lacerata all' altezza delle prime vertebre cervicali, del pari che dopo le lussazioni o le fratture di questi ossi.

IV. Il nervo accessorio di Willis può concorrere alle forti ispirazioni sollevando la spalla, mediante il trapezio, e, quando la respirazione è estremamente penosa, elevando lo sterno e la clavicola, mediante lo sterno-cleido-mastoideo; la sua sezione fa cessare quest' atto respiratorio, secondo Bell. Ma siccome esso dà filamenti all'ottavo paio, forse è desso realmente che provoca i movimenti attribuiti a quest' ultimo.

V. Il nervo pneumo-gastrico determina i movimenti degli stessi organi respiratorii, ed è in conseguenza il più essenziale per la respirazione. Arnemann (8) e Legallois (9) danno una lunga lista di fisiologi che osservarono gli effetti della legatura e della sezione di questo nervo. Le esperienze, i cui risultati devono essere qui citati, furono praticate da Petit (10), Haller (11), Arnemann (12), Cruikshank (13), Haighton (14), Bichat, Dupuytren, Blainville, Emmert (15), Brodie (16), Breschet (17), Dupuy (18),

- (1) *Loc. cit.*, p. 68.
- (2) *Versuch ueber die Regeneration*, p. 7.
- (3) *Archivii generali*, 2.^a serie, t. I, p. 358.
- (4) *Untersuchungen ueber die naechste Ursache des Hustens*, p. 39.
- (5) Haller, *loc. cit.*, t. IV, p. 325.
- (6) *Ivi*, t. III, p. 240.
- (7) *Loc. cit.*, p. 53, 83, 88.
- (8) *Loc. cit.*, p. 130-139.
- (9) *Loc. cit.*, p. 161-183, 202.
- (10) *Storia dell' Accad. delle scienze*, 1727, p. 6.
- (11) *Opera minora*, t. I, p. 360.
- (12) *Versuche ueber die Regeneration*, p. 66-109.
- (13) Reil, *Archiv*, t. II, p. 58-75.
- (14) *Ivi*, p. 76-81.
- (15) *Ivi*, t. IX, p. 398; t. XI, p. 118.
- (16) *Ivi*, t. III, p. 133.
- (17) *Archivii generali*, t. II, p. 404.
- (18) *Ivi*, t. XIV, p. 289.

Legallois (1), Wilson Philipp (2), Magendie (3), Broughton (4), Ware e Finlay (5), Trevirano (6), Krimer (7), Leuret e Lassaigue (8), Mayer (9), Brachet, Arnold (10), Diekhof (11) e Astley Cooper (12).

1.° La sezione o la compressione prolungata dei due nervi pneumo-gastrici apporta la morte, la quale effettuasi, d'ordinario, dopo 10 in 20 ore nei conigli, talvolta dopo 2 in 5 ore, secondo Broughton (13), ed altre volte eziandio soltanto al terzo giorno secondo Mayer (14). Negli altri mammiferi sopra cui tentossi la esperienza, il nervo gran simpatico è gonfiato, immediatamente dopo la sua uscita dal ganglio cervicale superiore, in una guaina che gli appartiene in comune coll'ottavo paio, sicchè desso dovette essere quasi sempre tagliato insieme con quest'ultimo. I cani soccombettero d'ordinario dal secondo al quarto giorno, talvolta dopo sette in otto ore, come videro Petit (15) ed Haighton (16); in altri casi, la loro morte non avvenne che dopo sette giorni, come osservò Cruikshank (17), ed un cane, a cui Mayer erasi contentato di legare il nervo (18), non perì che al decimo giorno. La morte dei gatti avviene dopo un quarto di ora (19) o soltanto di dieci ore; quella dei cavalli, dopo un'ora o soltanto di due giorni. Le galline, i piccioni, le oche, sopravvissero 2 in 5 giorni. Quando si tagliava un solo dei due nervi, eranvi alcuni rari casi, simili a quelli osservati da Petit (20), nei quali non si manifestava nei cani verun accidente; quasi sempre la respirazione pativa certo sconvolgimento, ma dopo alcun tempo, essa rientrava nello stato normale; qualche volta però, la morte

(1) *Experim. sul principio della vita*, p. 188.

(2) *Ueber die Gesetze der Functionen des Lebens*, p. 96.

(3) *Compendio elementare*, t. II, p. 197. — *Lezioni*, t. I, p. 215; t. II, p. 223.

(4) *Giornale di Magendie*, t. I, p. 123.

(5) *Gerson, Magazin*, t. XVII, p. 486.

(6) *Vermischte Schriften*, t. I, p. 105.

(7) *Physiologische Untersuchungen*, p. 142.

(8) *Ricerche sulla digestione*, p. 131.

(9) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, p. 71.

(10) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 246.

(11) *Valentin, Repertorio*, t. I, p. 259.

(12) *Archivii generali*, 3.a serie, t. I, p. 358.

(13) *Loc. cit.*, p. 127.

(14) *Loc. cit.*, p. 73.

(15) *Loc. cit.*, p. 6.

(16) *Loc. cit.*, p. 76.

(17) *Loc. cit.*, p. 59.

(18) *Loc. cit.*, p. 65.

(19) *Loc. cit.*, p. 74.

(20) *Loc. cit.*, p. 12.

avvenne dopo circa una in tre settimane. La maggior parte dei conigli perirono dal primo al terzo giorno; i cavalli si ristabilirono subito dopo aver comportata difficoltà nel respirare; gli uccelli non furono maltrattati. Quando in un cane tagliavasi uno dei nervi, e sei settimane dopo, allorchè la ferita fu cicatrizzata, quello del lato opposto, l'animale sopravviveva secondo Cruikshank ed Haighton. Alcuni cavalli ai quali Dupuy tagliò simultaneamente uno dei nervi per intiero, e l'altro per metà od ai due terzi, talvolta pure si ricomposero.

2.° Dopo la sezione dei due nervi, i movimenti respiratorii diventano penosi e più rari. Secondo Mayer (1) il loro numero scese, nell'asino dai 17 ai 12 o 9 nel primo giorno, e ad 8 nel quinto; nei cani, dai 48 a 10 nel primo giorno, o talvolta ad otto nei giorni seguenti. La inspirazione richiede più grandi sforzi; l'animale apre ampiamente le narici e la bocca, tende il collo, ed i suoi muscoli pettorali, del pari che il suo diaframma, raddoppiano di attività. Secondo Cruikshank e Broughton, la inspirazione è lenta e profonda, la espirazione breve, frequente, forzata, qualche volta accompagnata da movimenti ripetuti dei muscoli addominali. La difficoltà di respirare aumenta durante gli sforzi, il rapido corso, la presa degli alimenti ed il vomito. Assicura Krimer che l'azione del galvanismo sopra i nervi tagliati procura maggior libertà alla respirazione. Trevirano vide nelle rane, a cui praticossi la operazione, i movimenti del respiro divenire disordinati, senza però cessare intieramente.

3.° La conversione del sangue venoso in sangue arterioso scema più presto o più tardi, e cessa affatto. Nei mammiferi, il naso, i labbri e la cavità buccale diventano pallidi, piombei od azzurri; avviene lo stesso della cresta degli uccelli; il sangue assume carattere venoso nel sistema aortico e nel cuore sinistro. Dupuy aveva da ciò concluso che la lesione del nervo annienta immediatamente il lavoro chimico della respirazione, che essa determina altresì certa degenerazione del sangue, dappoichè questo sembra come disciolto, e che animali sani, nelle vene o nel tessuto cellulare dei quali lo si inietta, periscono dopo alcuni giorni, presentando i fenomeni della cangrena. Però Emmert dimostrò che il sangue rimane vermiglio nel sistema aortico, tanto alla lunga finchè i polmoni ricevono tuttavia bastevole quantità di aria, che, quando esso assunse l'aspetto venoso, puossi rendergli il suo colore naturale mediante la respirazione artificiale, e che in conseguenza la sua conversione normale nei polmoni non è arrestata che dal disordine dei movimenti, locchè fu egualmente riconosciuto

(1) *Loc. cit.*, p. 65.

da Provençal, Dumas, Brodie ed altri. D' altronde, credeva Blainville non avere osservato verun cambiamento anormale nel sangue dopo la sezione del nervo pneumo-gastrico; ma numerosi fatti protestano contro tale asserzione.

4.^o Negli animali morti in conseguenza della esperienza, trovansi i polmoni distesi, gonfi, di color rosso-carico ed ingorgati di sangue. Secondo Defermon, Ware e Finlay, essi erano men pieni di sangue quando si avevano esposti alla influenza del galvanismo. Il cuore contiene spesso grumi di sangue, e la sua metà destra è oltremodo riempita di siffatto liquido. Mayer ed Arnold riscontrarono talvolta grumi nei vasi sanguigni degli stessi polmoni. Le ramificazioni bronchiali contengono quasi sempre gran copia di muco schiumoso, talvolta sanguinolento. Questo muco, secondo l' opinione di Brachet, osta all' entrata dell' aria, impedisce per conseguenza al sangue di divenire vermiglio, e risulta così la causa della morte. Ma tale copiosa secrezione e la impossibilità di espellerla suppongono un altro stato anormale.

Spesso spargesi sangue nel parenchima dei polmoni, sicchè questi, come vide Cruikshank, diventano sodi e densi, cadono al fondo dell'acqua, secondo Wilson Philipp e Legallois, e, giusta Magendie, sembrano epatizzati, non si deprimono sopra sè stessi quando si apre il petto, nè crepitano quando si comprimono, e non possono essere compiutamente soffiati. Ammette in conseguenza Magendie, che la sezione del nervo disordini la circolazione nei vasi capillari dei polmoni, e che essa determini così spandimenti, i quali si oppongono all' entrata dell' aria. Ma questa epatizzazione non è fenomeno costante, nè la si osserva eziandio nel maggior numero dei casi.

5.^o Esclude adunque Brachet la spiegazione di Magendie, e cerca altrove la causa del muco che riempie le ramificazioni bronchiali al grado d' interdire qualunque accesso all'aria. Crede egli che i polmoni non siano sollecitati a tossire, perchè perdettero la loro sensibilità; ed infatti egli vide i vapori dell' acido cloridrico, o piccole bolle sospese nella trachea, a non provocare la tosse dopo la sezione del nervo. Assicura egli, inoltre, che gli animali non soffrono più anche quando si collocano sotto il recipiente della macchina pneumatica, od immergasi loro la testa nell' acqua, l'agitazione cui scorgesi in quelli che si soffocano, e che non vedesi praticare da essi veruno sforzo per attrarre l'aria nel petto. Aveva già Brodie attribuito l' effetto mortale della sezione al non essere più sentito il bisogno di respirare, ed Arnold si dichiara in favore di tale opinione. Però i cambiamenti del movimento respiratorio, cui suolsi osservare, provano

benissimo che evvi ancora sentimento del bisogno di respirare. Brachet non fece le osservazioni superiormente riportate che sopra giovani cani, della età soltanto di tre giorni, mentre quelli nati da cinque giorni, facevano gli sforzi ordinarii; ora esso dà soltanto una spiegazione stracchiata di questa differenza quando dice essere unicamente per effetto dell'abitudine che scorgonsi i muscoli respiratorii continuare ad agire, sebbene il bisogno di respirare non sia più sentito.

6.º Vide Legallois avvenire la morte tanto prontamente dopo la sezione del ramo laringeo inferiore quanto dopo quella del tronco nervoso intiero; esso l'attribuisce altresì, in quest'ultimo caso, al rinserramento della glotta, ed ha realmente osservato, sopra un coniglio di cui aveva posta la glotta allo scoperto, che dopo la sezione del nervo, le cartilagini aritenoidee si ravvicinavano al punto da non lasciar più tra loro altro che una stretta fessura. Appoggia il suo modo di vedere il fatto, che la tracheotomia rende la respirazione più libera, che essa sembra altresì prolungare alquanto i giorni dell'animale, e che quando il nervo fu tagliato sotto del suo ramo laringeo inferiore, si osserva dapprima poca o niuna angustia nella respirazione. Spiegava Magendie il fenomeno stesso mediante un antagonismo fra i muscoli ed i loro nervi. Il nervo laringeo superiore deve, per suo avviso, distribuirsi ai muscoli aritenoidei e cricoidei; l'inferiore ai muscoli crico-tiroidei, sicchè questi allargano la glotta, e quelli la rinserrano. Da ciò proviene, aggiunge egli, che la sezione del nervo laringeo inferiore e del tronco fra questo ramo ed il laringeo superiore apporti la paralisi dei muscoli dilatatori e la preponderanza dei muscoli costrittori. Tuttavia Schlemm ed Arnold fecero vedere che il nervo laringeo inferiore, come aveva già osservato Portal (1), dà altresì filamenti ai muscoli aritenoidei, i quali restringono la glotta. Siffatta disposizione fu confermata da Reid (2), il quale aggiunge che i muscoli crico-tiroidei soli ricevono rami dal laringeo superiore. Pretende Krimer aver veduto che la glotta si apriva ampiamente quando irritavasi o legavasi il nervo laringeo superiore, che essa chiudevasi quando tagliavasi questo nervo, e che l'inverso accadeva ogni volta che agivasi in pari modo sul nervo laringeo inferiore. Puossi adunque, in generale, ammettere che una paralisi dei muscoli della glotta, abbia spesso per risultato l'ingrandimento di tale apertura; ed, infatti, Dupuy, Mayer, Leuret e Lassaigne, videro che dopo

(1) *Corso d'anatomia medica*, t. IV, p. 207. — *Trousseau e Belloc, Trattato della tisi laringea*. Parigi, 1837, in 8.

(2) *Archivii generali*, 3.a serie, t. I, p. 211.

la sezione del nervo pneumo-gastrico, gli alimenti che ritornavano in bocca cadevano nella trachea per la glotta. Finalmente, la sezione dei due nervi laringei inferiori non apporta ordinariamente la morte, e scorgesi eziandio ristabilirsi, dopo qualche tempo, la voce che era stata dapprima abolita, tanto perchè le due estremità dei nervi si riappiccano, come pel motivo che i nervi laringei superiori acquistano da sè soli il grado d'influenza che dapprima possedevano in comune soltanto cogli inferiori. D'altronde, Legallois considera l'otturazione stessa della glotta soltanto come causa accessoria della morte, la quale dipende specialmente dall'affezione dei polmoni, il di cui tessuto, per suo avviso, è lasso e privo di tenacità.

7.° La paralisi dei polmoni è incontrastabilmente la causa della morte. I polmoni, per virtù delle fibre muscolari distese sulle ramificazioni bronchiali, sono dotati di movimento vitale, che consiste nel restringimento delle vie aeree, e sul quale la volontà esercita poca influenza (§. 969, 7.°). Il nervo pneumo-gastrico determina i movimenti involontarii dell'esofago (§. 957, 5.°); deve esso comportarsi in pari modo riguardo alle fibre muscolari plastiche dei polmoni, ed essere la causa determinante dell'azione che dispiegano durante la inspirazione, come aveva già riconosciuto Bartels (1). Dopo la sua sezione, i polmoni diventano passivi, non si contraggono più da sè stessi convenevolmente, ma cedono soltanto al rinserramento del petto, cagionato dal rilassamento dei muscoli inspiratorii e dall'azione dei muscoli addominali (2). D'onde avviene che si trovano straordinariamente distesi dopo la morte, o, come lo dicono Hallè e Pinel nel loro rapporto sopra le esperienze di Dupuy, nello stato d'inspirazione. Ora, siccome, durante la inspirazione, il sangue affluisce con maggior forza nei polmoni e vi soggiorna più alla lunga (§. 766, 1.°), deve qui, ove la insufficienza della inspirazione non permette che sia scacciato con basterole forza nel sistema aortico (§. 766, 3.°), determinare una congestione passiva, in conseguenza della quale (§. 843, 4.°) si stabiliscono certa secrezione esagerata ed anche una infiltrazione sanguigna nelle vie aeree. Ma la causa essenziale della morte proviene dal cessare la conversione normale del sangue nei polmoni paralizzati; siccome le ramificazioni bronchiali non si contraggono più per una forza loro propria, l'aria decomposta e sopraccaricata dell'acido carbonico del sangue venoso, non è più compiutamente espulsa, ed in conseguenza l'aria fresca non può più entrare in quantità sufficiente. Ora,

(1) *Die Respiration als vom Gehirn abh ngige Bewegung*, p. 82.

(2) *Reynaud, Mem. sull'obliterazione dei bronchi. (Mem. dell'Accad. reale di medicina. Parigi, 1835, t. IV, p. 117).*

dal mancare, non già aria in generale, ma sibbene aria respirabile, ne segue che l'animale deve raddoppiare i suoi sforzi d'inspirazione, i quali d'altronde, essendo più soggetti allo impero della volontà, sono altresì quelli cui chiamansi più volentieri in suo soccorso in tutti i disordini della respirazione.

VI. Fra gli altri nervi cerebrali, il facciale opera dilatando le narici ed abbassando il joide e la mascella inferiore durante la espirazione. La piccola porzione del trigemello rialza la mascella durante la inspirazione. Il grande ipoglosso contribuisce altresì ai movimenti respiratorii, mediante la sua azione sopra i muscoli del joide e della lingua.

VII. La midolla allungata costituisce il punto centrale dei nervi della respirazione, sicchè la sua distruzione arresta subito tale funzione, la quale, all'opposto, persiste ancora per qualche tempo, secondo Leggallois, Trevirano, Flourens e Brachet, quando si tolgono le altre parti del cervello.

VIII. Non si sa nulla della influenza esercitata forse dal nervo gran simpatico. Quando Bichat tagliava questo nervo, o se Cooper ne praticava l'allacciatura, la respirazione non era sensibilmente alterata. La morte non accade più presto quando lo si tagli col pneumo-gastrico, di quando si si limita a tagliare quest'ultimo soltanto.

ARTICOLO II.

Fenomeni chimici della respirazione.

§. 972. Ragionossi altrove delle secrezioni del polmone (§§. 813, III; 816, III; 817, 1.º; 818, I, III; 819, 1.º; 820, IV), e dell'assorbimento esercitato da quest'organo sopra i liquidi ed i vapori (§§. 899, III, IV; 903, I). Qui dobbiamo occuparci dell'assorbimento da esso effettuato dei gas, vale dire della respirazione come funzione, la quale concorre immediatamente alla formazione del sangue mediante la introduzione nella economia di sostanze novelle. Impariamo a conoscere ciò che accade nella respirazione paragonando l'aria espirata coll'aria inspirata (§. 972), ed il sangue che ritorna dagli organi respiratorii, che fu assoggettato alla influenza dell'aria, con quello che non comportò peranco tale influenza (§. 973).

I. CAMBIAMENTI DELL'ARIA

I. Vediamo dapprima ciò che accade quando la respirazione si esercita sopra l'aria atmosferica.

1.° Abbiamo già detto (§. 840, 1.°) che in generale le sostanze espirate pareggiano od anche sorpassano alquanto in peso l'aria che fu inspirata, ma che, avuto riguardo al volume, ne entra più nei polmoni di quello che questi organi ne emettano. Dobbiamo però aggiungere qualche cosa sotto quest'ultimo aspetto. Gli antichi fisici (Boyle, Mayow, Hales) avevano trovato che, nella respirazione, l'aria perde 0,033 in 0,071 del suo volume, per ciò che essi mettevano l'aria espirata in contatto coll'acqua che assorbiva l'acido carbonico. Mediante esperienze praticate con maggior precisione, Davy (1) riconobbe che dopo una inspirazione ordinaria di 13 pollici cubici, egli espirava 0,3 pollici cubici meno di aria, ovvero 7,8 pollici cubici per minuto, valutando a 26 il numero delle respirazioni durante questo tratto di tempo; in una forte inspirazione di cento pollici cubici, l'aria perdeva 1,3, e la sua perdita era di due pollici cubici in un'altra di 141. Siffatta perdita risulta per minuto di 5 in 8 pollici cubici, secondo Henderson (2), di 0,19 a 6,20 giusta Allen e Pepys (3), locchè dà una media di 2,87 pollici cubici. Un altro osservatore dice (4) aver perduto un pollice e mezzo cubici di aria ad ogni inspirazione; la vescica impiegata conteneva 250 pollici cubici di aria, che furono ispirati ed espirati 70 volte; dopo essere stata conservata nella vasca per 24 ore, essa non ne conteneva più che 250. Però siffatta diminuzione non proveniva mica, per certo, dalla sola condensazione dell'aria pel freddo, e dipendeva altresì dall'essere sfuggito gas acido carbonico attraverso le pareti della vescica. Secondo Despretz (5), l'aria perdette, ad ogni minuto

0,27	pollici cubici per la respirazione di un cane
0,20	gatto
0,087	coniglio
0,19	una civetta
0,004	un piccione.

(1) *Untersuchung ueber das Athmen*, t. II, p. 100.

(2) *Gilbert, Annalen*, t. XIX, p. 418.

(3) *Philos. Trans.*, 1808, p. 253.

(4) *Medico-chirurgical review*, t. XVII, p. 193.

(5) *Annali di chimica*, t. XXVI, p. 351.

2.° L'aria che ritorna dagli organi della respirazione contiene men ossigeno che prima di avervi penetrato (§. 840, 2.°). La diminuzione è di 3 in 10 per 100 in una respirazione dell'uomo; secondo Abernethy (1), ascende ad un pollice cubico e va fino a due allorquando la respirazione si prolunga maggiormente; Dalton la valuta ad un pollice e mezzo cubico, Allen e Pepys ad 1,4 pollice cubico, Davy a 1,2, 3,8 oppure 5 pollici cubici, secondo che inspiraronsi 13, 100 ovvero 141 pollici cubici di aria, ma solamente ad 1,02 pollice cubico quando la stessa aria (161 pollici cubici) fu inspirata ed espirata 19 volte. La consumazione del gas ossigeno (il peso del pollice cubico essendo valutato = 0,42075 grani) è, giusta le prime indicazioni di Lavoisier e di Seguin (2), di 41427 pollici cubici = 17430 grani; secondo le valutazioni susseguenti di questi due autori (3), di 38413 pollici cubici = 16162 grani; per opinione di Davy, di 45504 pollici cubici = 19145; giusta Allen e Pepys, di 39600 pollici cubici = 16661 grani. Sebbene le disposizioni individuali, lo stato momentaneo della vita, e le differenze nate dal modo di sperimentare, rendano questi dati variamente incerti, tuttavia i risultati di molte osservazioni possono condurre per lo meno ad un' approssimazione; ci faremo quindi ad indicare queste diverse ricerche, ponendo cura, per rendere più facile tale confronto, di riportarle ad una stessa scala, essendo calcolata in pollici cubici la consumazione di ossigeno durante lo spazio di un minuto.

Pollici cubici.

I. Uomo.	HENDERSON (4).	1.° La stessa aria (600 pollici cubici) respirata più volte	13
		2.° In altra esperienza fatta nello stesso modo	15,9
	NYSTEN (5).	1.° In una donna	13,4
		2.° In uomo di petto stretto	14,7
		3.° In uomo di petto ampio	16
	LAVOISIER e SEGUIN.	1.° Nelle loro prime indicazioni	28,8
		2.° Nelle loro seguenti indicazioni	26,6

(1) *Chirurgische und physiologische Versuche*, p. 141.

(2) *Storia dell' Accad. delle sc.*, 1789, p. 577.

(3) *Ivi*, 1790, p. 609.

(4) *Gilbert, Annalen*, t. XIX, p. 418.

(5) *Ricerche di fisiologia*, p. 190.

		ALLEN e PEPYS.	In 19 respirazioni a 16 pollici cubici	27
		DALTON.	In 20 respirazioni a 30 pollici cubici	30
		DAVY.	In 26 respirazioni a 13 pollici cubici	31,6
II. Cani.	DESPRETZ (1).	1.°	Cani di cinque anni	34,2
		2.°	Cani di sette in otto mesi	2,27
	LEGALLOIS (2).	1.°	Cani di uno a due mesi	2,34
		2.°	Cani di uno a due mesi	1,70
III. Gatti.	EDWARDS (3).	1.°	Cani di uno in due mesi, rin-	
			serrati per due ore	0,032
		2.°	Cani rinchiusi per cinque ore	0,016
	DESPRETZ (4).		Gatti rinchiusi per 95 minuti	1,71
IV. Conigli.	LEGALLOIS (5).	1.°	Gatti del peso di 10410 gra-	
			ni, durante 180 minuti	1,22
		2.°	Gatti del peso di 12101 gra-	
			ni, durante 180 minuti	1,10
	BERTHOLLET (6).	1.°	Durante 150 minuti	1,55
		2.°	Durante 180 minuti	1,17
		3.°	Durante 220 minuti	1,11
		4.°	Durante 220 minuti	0,07
		5.°	Durante 226 minuti	1,25
	LEGALLOIS (7).	1.°	Coniglio pesante 15550 gra-	
			ni, durante 180 minuti	0,85
		2.°	Coniglio pesante 16371 gra-	
			ni, durante 180 minuti	0,94
		3.°	Lo stesso, durante lo stesso tratto di tempo	0,91
		4.°	Coniglio pesante 19293 gra-	
			ni, durante 190 minuti	0,88

(1) *Annali di chimica*, t. XXVI, p. 354.(2) *Opere*, t. II, p. 65.(3) *Influenza degli agenti fisici*, p. 644.(4) *Loc. cit.*, p. 365.(5) *Loc. cit.*, p. 64.(6) *Mem. della soc. d' Arcueil*, t. II, p. 461.(7) *Loc. cit.*, p. 63.

	5.° Coniglio pesante 302139	
	grani, durante 180 minuti	1,56
DESPRETZ (1).	1.° Vecchio coniglio, durante 96	
	minuti	2,35
	2.° Giovane coniglio, durante	
	125 minuti	0,38
COLLARD DE	(Respirazione all' aria libera)	
MARTIGNY (2).	1.° Per 9 minuti	2,24
	2.° Per 11 minuti	2,28
	3.° Per 11 minuti	1,91
	4.° Per 12 minuti	2,18
	5.° Per 12 minuti	1,91
	6.° Per 13 minuti	1,83
	7.° Per 14 minuti	1,93
	8.° Per 15 minuti	2,26
V. Capibara.	LAVOISIER e	
	SEGUIN (3).	0,56—0,83
	BERTHOLLET.	
	1.° Capibara rinchiuso	
	per 90 minuti	1,17
	2.° 210	1,04
	3.° 240	0,63
	4.° 240	0,60
	5.° 270	0,71
	LEGALLOIS (4).	
	1.° Capibara pesante	
	6617 grani	0,54
	2.° 9967	0,70
	3.° 10632	0,73
	DESPRETZ (5).	0,53
	EDWARDS.	
	1.° Capibara rinchiuso,	
	per 97 minuti	0,06
	2.° 103	0,05
	3.° 106	0,02
VI. Marmotta.	SAISSY (6).	1,80

(1) *Loc. cit.*, p. 351.(2) *Giornale, di fisiologia di Magendie, t. X, p. 153.*(3) *Storia dell' Ac. delle scienze, 1789, p. 572.*(4) *Loc. cit.*, p. 66.(5) *Loc. cit.*, p. 353.(6) *Ricerche sugli animali ibernanti, p. 19.*

<i>VII. Riccio.</i>	SAISSY			1,30
<i>VIII. Moscardini.</i>	SAISSY			0,57
<i>IX. Pipistrello.</i>	SAISSY			0,29
<i>X. Sorcio.</i>	SCHUBLER (1).	1.° Sorcio rinchiuso,		
		per 220 minuti	0,037	
		2.°	240	0,032
		3.°	243	0,028
		4.°	246	0,030
<i>XI. Civette.</i>	DESPRETZ (2).			1,71
<i>XII. Piccioni.</i>	DESPRETZ (3).			0,64
	ALLEN e PEPYS.			0,50
<i>XIII. Fanelli.</i>	EDWARDS (4).	1.°		0,038
		2.°		0,04
		3.°		0,056
		4.°		0,055
<i>XIV. Calenzuolo</i>		5.°		0,052
o verdone }	EDWARDS (5).			0,047
<i>XV. Cincia</i>	SCHUBLER (6).			0,056

Consumazione di ossigeno fatta da animali a sangue freddo ed invertebrati, nello spazio di un' ora.

<i>I. Tartarughe.</i>	SPALLANZANI (7).		0,163
<i>II. Lucertole verdi.</i>	SPALLANZANI (8).		0,009
<i>III. Colubri.</i>	SPALLANZANI (9).		0,131
<i>IV. Salamandre.</i>	SPALLANZANI (10).		0,013
<i>V. Rane.</i>	HUMBOLDT e PROVENZAL (11).		0,016
	EDWARDS (12).	1.° In giugno	0,052

(1) Gilbert, *Annalen*, t. XXXIX, p. 328.

(2) *Loc. cit.*, p. 358.

(3) *Loc. cit.*, p. 357.

(4) *Loc. cit.*, p. 645.

(5) *Loc. cit.*, p. 647.

(6) *Loc. cit.*, p. 343.

(7) *Rapporto dell' aria cogli esseri organizzati*, t. I, p. 280.

(8) *Ivi*, p. 289.

(9) *Ivi*, p. 198.

(10) *Ivi*, p. 289.

(11) *Mem. della Soc. d' Arcueil*, t. II, p. 389.

(12) *Loc. cit.*, p. 648.

		2.° In luglio	0,039
		3.° In ottobre	0,026
<i>VI. Tinche.</i>	HUMBOLDT e		
	PROVENZAL.	1.° 7 insieme nell'acqua per	
		8 1/2 ore	0,136
		2.° 7 6	0,148
		3.° 3 7 1/2	0,202
		4.° 3 5 1/4	0,164
		5.° 3 5	0,386
		6.° 2 7	0,422
		7.° 1 17 sole	0,411
		8.° 1 all'aria termiae medio	0,027
<i>VII. Insetti.</i>	TREVIRANO (1).	Ape	0,011—0,027
		<i>Bombus lapidarius</i>	0,026
		<i>Bombus terrestris</i>	0,011
		Mosca	0,004
		Bruco e Farfalla del cavolo.	0,016
		Mars	0,026—0,031
		Libellula	0,013—0,016
		Calosome	0,010
		Cetoine	0,005
		Scarafaggio	0,001
<i>VIII. Molluschi.</i>	TREVIRANO.	Lumaca	0,014—0,099
		Lumacone	0,014—0,020
<i>IX. Isopodi ed Annelidi.</i>	TREVIRANO.	Aselluccio	0,004
		Sanguisuga	0,010
		Verme terrestre	0,004.

Per ciò che spetta ai vegetali, sappiamo soltanto che la quantità di ossigeno contenuto nell'aria è sempre diminuita dalle piante cellulari le quali non sono verdi (molti licheni, alcune alghe, i funghi), nella guisa stessa che, nei vegetali vascolari, dalle radici, dai rami sfogliati, dalle foglie che appassiscono, dai fiori, dai frutti maturi e dai semi che germogliano, ma che tutte le piante senza eccezione la diminuiscono nella oscurità, effetto

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV, p. 1.

più sensibile dal lato delle giovani foglie che delle vecchie, dai fogliami degli alberi che da quello delle erbe, e meno sensibile che ovunque altrove negli alberi verdi, nelle piante grasse e nelle piante paludose (1).

3.° Aveva ammesso Lavoisier che il gas azoto dell'aria atmosferica non aumenta nè diminuisce durante la respirazione, e la maggior parte dei fisici camminarono in tale proposito sopra le sue traccie. Tuttavia alcuni videro questo gas aumentare (§. 819, 1.°). Credeva Priestley poter concludere dalle sue esperienze che esso scema. Trovò Abernety (2) che l'aria espirata non conteneva che 0,725 di azoto, e che in conseguenza la respirazione gliene aveva fatto perdere 0,075; pensava però eziandio che non devesi ammettere una diminuzione reale. Nelle esperienze fatte da Henderson, dopo quattro minuti di respirazione, la quantità di azoto contenuta in 468 pollici cubici di aria, era diminuita di 12 in 18 pollici cubici, locchè fa all' incirca 3, in 4,4 pollici cubici per minuto. Osservò egualmente Pfaff una diminuzione. Secondo Davy, l'aria, in una inspirazione di 13 pollici cubici, ne perde 0,2 di azoto, locchè, a 26 respirazioni per minuto, farebbe 5,2 pollici cubici per ogni minuto; la perdita di azoto era di 1,3 pollici cubici nella inspirazione di 100 pollici cubici di aria, e di due pollici cubici in quella di 141 pollici. Allen e Pepys trovarono che l'azoto ascendeva a 0,79 tanto nell'aria inspirata che nell'aria espirata; ma siccome questa ultima, durante una inspirazione di undici minuti, aveva perduto del suo volume, in onta dell'addizione dell'acido carbonico, l'azoto, preso in maniera assoluta, aveva diminuito di circa 17 pollici cubici. In altro caso, in cui, per 24 minuti e 37 secondi, erano stati ispirati 9890, ed espirati 9872 pollici cubici, l'azoto era rimasto lo stesso relativamente, ma aveva comportato certa diminuzione assoluta di all' incirca 14 pollici cubici, locchè fa all' incirca 0,57 pollice per minuto. Humboldt e Provenzal osservarono una diminuzione dell'azoto nella respirazione dei pesci, ma non in quella delle rane. Hermann (3) ne riscontrò una in quella degli uccelli. Aveva veduto da lungi in tale riguardo Spallanzani (4), ciò che fu riconosciuto soltanto più tardi da altri (§. 819, 1.°) che la consumazione di azoto non avviene costantemente, che in conseguenza essa non fa parte

(1) V. H. Dutrochet, *Mem. per servire alla storia anat. e fisiolog. dei vegetali e degli animali*. Parigi, 1837, t. I, p. 320. — Raspail, *Nuovo sistema di fisiol. vegetabile e di botanica*. Parigi, 1837, t. II, p. 41 e seg.

(2) *Chirurgische und physiologische Versuche*, p. 142.

(3) Gilbert, *Annalen*, t. CVIII, p. 293.

(4) *Mem. sulla respirazione*, p. 88, 158.

essenziale della respirazione, che, all'opposto, induce sempre, e senza eccezione, un consumamento di ossigeno.

II. Altri gas, puri o mescolati, comportano altresì certa perdita nell'atto della respirazione.

1.° Respirò Davy (1) per mezzo minuto, durante sette inspirazioni profonde e prolungate, un miscuglio di 78 pollici cubici di gas ossigeno e 24 di gas azoto; l'aria espirata conteneva 24,7 pollici cubici di meno; ma guidato dall'analogia, ammise Davy che 13,3 pollici cubici di questa ultima quantità erano ancora nelle vie aeree, che in conseguenza la perdita reale si riduceva ad 11,4 pollici cubici, cioè che la rendeva inferiore a quella del gas ossigeno che avesse comportata l'aria atmosferica. Un miscuglio di 29 pollici cubici di azoto e 133 di ossigeno fu respirato per due minuti; secondo lo stesso calcolo, la deperdizione di ossigeno fu di 57 pollici cubici, mentre che, durante lo stesso tratto di tempo, ne disparvero 63 dall'aria atmosferica. Tuttavia la ipotesi di Davy è confutata dagli effetti di una respirazione più prolungata. Allen e Pepys (2) fecero respirare per minuti $9\frac{1}{3}$, ad un uomo che fece 184 inspirazioni, un miscuglio di 319 pollici cubici di ossigeno ed 81 di azoto; l'aria espirata conteneva 529 pollici di ossigeno di meno; dunque ne aveva perduto 56 per minuto. In altra esperienza, in cui l'aria inspirata si componeva di 3334,5 pollici cubici di ossigeno ed 85,5 di azoto, e che durò sette minuti 25 secondi, la perdita di ossigeno fu di 632,38 pollici cubici, vale dire di 84 per minuto. Un porco d'India respirò durante 72 minuti in un miscuglio di 962,6 pollici cubici di ossigeno e 97,4 di azoto (3); la perdita fu trovata di 160,85 pollici cubici, cioè che fa 2,23 per minuto; un altro, più piccolo, respirò in minor quantità di gas, e la perdita non fu che di 1,62 pollice cubico per minuto. Secondo Lavoisier (4) un miscuglio simile non perdette che 0,64 di ossigeno per minuto, sotto la influenza della respirazione di un capibara. Le esperienze ulteriori di Allen e Pepys (5), sopra piccioni, diedero per risultato che un miscuglio di 245,59 pollici cubici di ossigeno e 61,4 di azoto, perdette 49,89 di ossigeno in 72 minuti, oppure 0,69 pollici cubici per minuto. Dopo avere pompato Nysten (6) l'aria dei polmoni di un piccolo cane che pesava libbre $6\frac{1}{2}$,

(1) *Loc. cit.*, p. 107.

(2) *Philos. Trans.*, 1808, p. 267.

(3) *Ivi*, 1809, p. 415, 418.

(4) *Storia dell'Accad. delle scienze*, 1789, p. 401.

(5) *Philos. Trans.*, 1829, p. 280.

(6) *Ricerche di fisiologia*, p. 218.

gli fece respirare un miscuglio di 48,8 pollici cubici di ossigeno e 14,6 di azoto; trovò quindi che il primo di questi gas aveva diminuito di 43 pollici cubici in mezz'ora, vale dire, di 1,43 per minuto. In altro cane consimile, di cui aveva pur vuotati i polmoni, e che respirò un miscuglio di 56,27 pollici cubici di ossigeno ed 1,74 di azoto, l'aria espirata e l'aria succhiata dai polmoni contenevano, dopo 12 minuti, 53,8 pollici cubici di ossigeno di meno, locchè fa 4,49 pollici cubici per minuto.

2.° In un cagnolino, che respirò 58 pollici cubici di azoto, dopo che gli si ebbe succhiata l'aria dei polmoni, questo gas aveva diminuito, in tre minuti e mezzo, di 20,7 pollici cubici, = 5,9 per minuto.

3.° Davy (1) respirò 100 pollici cubici di gas ossido di azoto, mescolato con due pollici cubici di aria atmosferica, e trovò 71 pollici cubici di meno del primo nell'aria espirata. Dopo che ebbe respirato un miscuglio di 179,5 pollici cubici di gas ossido di azoto e 2,5 di aria atmosferica, il primo aveva diminuito in 40 secondi di 90,75 pollici cubici. Siccome Davy fece entrare nel calcolo l'aria rimasta nei polmoni, egli valuta la perdita, nel primo caso, a 56,3 pollici cubici, nel secondo, a 71,4 (2) e la porta, termine medio, a 120 pollici cubici per minuto (3).

4.° Davy fece in meno di mezzo minuto sette inspirazioni rapide in una massa di 102 pollici cubici di gas idrogeno; l'aria espirata conteneva 24 pollici cubici di meno di questo gas. Sei inspirazioni praticate nello stesso tratto di tempo tolsero 28,4 pollici cubici di una massa di gas di 182, e dodici inspirazioni profonde bastarono per far comportare una diminuzione di 25,4 pollici cubici ad un'altra di 141 (4). Secondo Allen e Peys (5), 35 pollici cubici d'idrogeno disparvero da un miscuglio di 51 pollici cubici di azoto, 51 di ossigeno e 147 d'idrogeno, in cui un piccione respirò per 26 minuti. Di 58,9 pollici cubici d'idrogeno cui Nysten fece respirare ad un piccolo cane, dopo avergli vuotato i polmoni, non ne rimanevano più che 53,7 in capo a minuti 3 $\frac{1}{2}$ (6).

6.° Trovò egualmente Nysten che la quantità del gas acido carbonico scemava nella respirazione (7).

(1) *Loc. cit.*, p. 64.

(2) *Loc. cit.*, p. 83.

(3) *Loc. cit.*, p. 97.

(4) *Loc. cit.*, p. 72.

(5) *Loc. cit.*, 1829, p. 284.

(6) *Loc. cit.*, p. 225.

(7) *Loc. cit.*, p. 224.

II. CAMBIAMENTI DEL SANGUE.

§. 973. I. L'effetto immediato della respirazione fu diversamente interpretato, secondo che consideravasi la vita sotto questo o quel punto di vista.

1.° I jattro-matematici non ammettevano che un cambiamento meccanico dell'aria e del sangue. Negavano essi adunque, insieme con alcuni altri fisiologi, che si dovesse riconoscere una differenza essenziale tra il sangue arterioso ed il sangue venoso, (§. 752, 1.°). Il volume men considerabile dell'aria espirata sembrava loro doversi attribuire alla diminuzione della sua elasticità. Siffatta diminuzione aveva per effetto di condensare il sangue secondo Helvezio, e di attenuarlo per opinione di Baglivi. Siccome i calcoli di Hales supponevano che questo liquido circoli con cinque volte più rapidità nei polmoni che in altre parti, così credevasi che tale aumento di velocità operi un miscuglio più omogeneo di questi principii costituenti. Credevasi inoltre che il suo movimento procedesse dall'elasticità dell'aria seco combinata, e benchè si avesse da gran tempo obbiettato (1) che l'aria non è libera nel sangue, ma anzi vi sta disciolta (2), siffatta ipotesi fu nondimeno riprodotta da Lau (3) nei tempi moderni. Per suo avviso, la contrazione che comportano i polmoni durante la espirazione costringe l'aria a penetrare negli orificii aperti dei vasi ed a mescolarsi col sangue; l'aria così l'attenua, rende il suo colore più chiaro, e gli compartisce, per virtù della sua elasticità, la espansione mediante cui esso mantiene il movimento del cuore ed in generale la vita.

2.° Harvey, Hales ed Haller avevano riconosciuto che la respirazione libera il sangue dai materiali nocivi che contiene. Ma già, dopo Democrito, si ammetteva che l'aria gli somministrasse altresì qualche principio necessario alla vita, e cui indicavasi col nome di spirito vitale o di pneuma. Solo nel decimosettimo secolo la scoperta fatta da Vanhelmont delle diverse sorta di gas, pose le fondamenta della conoscenza chimica dell'atmosfera, e durante la seconda metà di questo secolo si principiò, in Inghilterra, a farsi una idea dei cambiamenti di composizione che accompagnano la respirazione. Infatti, Bathurst apprese pel primo a conoscere l'ossigeno atmosferico sotto il nome di aria nitrosa, poi Mayow dimostrò che quest'aria è il principio che cagiona la combustione durante la respirazione

(1) *Haller, Elem. physiol., t. III, p. 331.*

(2) *Ivi, p. 336.*

(3) *Widerlegung der chemischen Ansichten vom Athmen, p. 22-29.*

e passa nel sangue per agire come spirito vitale, dopo di che Lower dimostrò dipendere il color vermiglio del sangue da quest'azione esercitata dall'aria. Però le idee meccaniche che allora regnavano riguardo alla vita, furono causa che passassero un centinaio d'anni prima che si volesse ammettere siffatta scoperta. Solo nel principio del decimottavo secolo le osservazioni di Lower furono rafferimate da Cigna; Scheele e Priestley riconobbero i principii costituenti dell'atmosfera, e Priestley provò che la respirazione, simile alla combustione dei corpi ed alla conversione dei metalli in ossidi, dipendeva dall'assorbimento di aria deflogisticata. Ma Lavoisier sviluppò siffatta dottrina, e la consolidò riportandola ad un vasto sistema.

3.° Alcuni fisiologi opposero la teorica dinamica alla dottrina chimica. Pretendeva Walther (1) che, i vasi sanguigni ed i canali aerei essendo chiusi in ogni parte, non fosse passaggio di materie nel sangue, ma soltanto cambiamento delle proporzioni interne, avente per risultato che il sangue diventi ossigenato e l'aria disossigenata, decomponendo i polmoni l'aria atmosferica per virtù di certa forza che è loro inerente. Wilbrand esprime ancora più formalmente una opinione analoga, e Brandis (2), camminando sulle sue orme, sostenne che l'aria ed il sangue cambiano le loro polarità, la qual cosa fa ad essi comportare un mutamento di composizione, senza che essi ricevano nulla l'uno dall'altro, o si comunicano l'un l'altro veruna sostanza ponderabile. Dichiarò finalmente Wilbrand (3) non esservi nè ossigeno nè carbonio, dappoichè non si può vederli, dappoichè la natura luminosa degli elementi è un fatto, dappoichè vedesi la combustione, e che la respirazione consiste nell'essere comunicate all'organismo la natura luminosa inerente agli elementi e quindi la vivificazione interna.

II. Ma nè la teorica meccanica, nè la teorica puramente dinamica non bastano qui, ed evvi realmente scambio di materia; e lo prova il comportare sì l'aria che il sangue un cambiamento di composizione nella respirazione.

1.° Sappiamo dapprima che il sangue contiene aria (§. 683, 2.°). Allorquando, ad esempio, si riempie un bicchiere fin all'orlo del sangue fluente dalla vena, e si chiuda ermeticamente questo vaso, scorgesi, secondo Schultz (4), il sangue, rinserrato sopra sè stesso dal freddamento, lasciare

(1) *Physiologie des Menschen*, t. II, p. 139-151.

(2) *Physiologie*, p. 320.

(3) *Die Natur des athmungsprocesses*, p. 11, 22.

(4) *Das system der Circulation*, p. 58.

subito svolgere bolle di aria nel vuoto che si produce. La secrezione di aria (§. 817) n'è egualmente una prova, e scorgonsi eziandio, in certi rettili, bolle di aria circolare col sangue (1). Giusta le osservazioni di Magnus (2), si può estrarre dal sangue, termine medio, 0,10, e talvolta 0,12 del suo volume di aria, locchè non toglie che esso non ne contenga ancora.

2.° È un fatto non meno certo, che, posto in contatto immediatamente coll'aria, il sangue ne assorbe qualche cosa (§. 678, 1.°) non solo fuori del corpo, ma eziandio nelle esperienze d'infusione (§. 744, I), ove i gas introdotti in piccola quantità si dissolvono rapidamente in questo liquido (3). Quando si pone il sangue che fluisce da una vena a contatto con un gas qualunque, ambidue cambiano, come durante la respirazione (§. 974, I); l'aria atmosferica, iniettata nel sangue di un animale vivente, comporta, nell'interno del sistema vascolare, gli stessi cambiamenti cui soffre negli organi respiratorii; l'aria raccolta, in tal caso, nel cuor destro, conteneva, secondo Nysten (4):

azoto	0,83
ossigeno	0,06
acido carbonico	0,11
	1,00.

Qualunque gas che impressioni in ispecial modo l'organismo, quando lo si respira, produce gli stessi effetti allorchè lo s'introduce immediatamente nella circolazione (5).

3.° Era pur tanto erroneo ammettere orificii mutui alla ramificazioni bronchiali ed ai vasi sanguigni per lo scambio dei materiali, quanto negare questo scambio pel motivo che non esiste comunicazione liberamente aperta. I rami dell'arteria polmonare seguitano le divisioni della trachea fin alle loro estremità a fondo di sacco, od alle vescichette polmonari, e si dividono sopra ciascuna di esse in molti rami, i quali si spargono sulla loro superficie, vi formano un reticello, poi continuano per l'altra estremità con le vene situate più all'esterno. Hanno un diametro di 0,002 in 0,003 di linea, talvolta eziandio soltanto di 0,001, mentre che quello delle vescichette è

(1) Blumenbach, *Kleine Schriften*, p. 71.

(2) Gilbert, *Annalen*, t. CXVI, p. 600.

(3) Nysten, *Ricerche di fisiologia*. Parigi, 1811, p. 160.

(4) *Loc. cit.*, p. 153.

(5) *Ivi*, p. 15.

di 0,125 di linea, e la grossezza delle loro pareti di 0,005 in 0,010 di linea (1). Con siffatta tenuità delle pareti addossate, nulla di più facile che esse si lasciano penetrare; le iniezioni passano senza stravasamento dalle arterie polmonari, ora nelle vene, ora nei bronchi; succede il primo caso, nei polmoni freschi specialmente, ed il secondo in quelli che sono alquanto antichi; però non si effettua lacerazione, giacchè il liquido colorato passa solo, e la materia colorante che vi si aggiunse rimane. Medesimamente, i polmoni sono soggetti ad emorragie, sia ciò per laceramento o per trasudazione. Del resto, Chaussier (2), cui Abernethy sotto tale aspetto aveva già in parte preceduto, presumeva, che l'aria od il suo ossigeno sia assorbito dai vasi linfatici dei polmoni, mescolato col chilo e colla linfa nel canale toracico, poi mescolato in modo più intimo col sangue soltanto nei polmoni. Ma siccome il sangue cambia istantaneamente di colore attraversando il polmone che respira (§. 974, 2.^o), come lo fa quando lo si pone ad immediato contatto coll'aria (§. 974, I), così non evvi verun motivo di ammettere questo sviamento pel sistema linfatico.

4.^o I gas penetrano attraverso le sostanze organiche in una proporzione determinata dalle loro affinità reciproche. Così osservò Soemmering (3) che il caucciù lascia passare il gas idrogeno, ma non l'aria atmosferica. Le sostanze animali specialmente sono penetrabili, però a gradi diversi; secondo Rogers (4), il gas acido carbonico passa attraverso la sostanza del fegato, più abbondantemente attraverso il peritoneo, ancora più attraverso la pelle ed in ispecialità le membrane mucose. Il sangue, che trovasi separato così dall'aria esterna, soffre gli stessi cambiamenti come se fosse in immediato contatto con esso. La scomparsa dell'enfisema del tessuto cellulare succutaneo dà un'idea della facilità con cui l'assorbimento dell'aria si compie senza fori aperti; senza dubbio adunque effettuasi una penetrazione attraverso le pareti durante la respirazione, come in altre operazioni della vita (§§. 877, 904). Quando Bichat spingeva molt'aria nei polmoni di un cane, e poscia otturava la trachea, vedeva succedere la morte cogli stessi sintomi come dopo la penetrazione di gran copia d'aria nel sangue (5), poi trovava ovunque quest'ultimo

(1) Krause, *Handbuch der menschlichen Anatomie*, t. I, p. 474.

(2) Coutanceau, *Revisione delle novelle dottrine*, p. 70.

(3) *Denkschriften der Akad. zu Muenchen*, t. III, p. 287.

(4) Valentin, *Repertorio*, t. II, p. 199.

(5) Leggi Bouillaud, *Rapporto all'Accad. reale di medicina*. (*Bollettino dell'Accad. reale di medicina*. Parigi, 1838, t. II, p. 182. — Amussat, *Ricerche sopra l'introduzione accidentale dell'aria nelle vene*. Parigi, 1839, in 8.^o *Mem. dell'Accad. reale di medicina*. Parigi, 1836, t. V, p. 68.

schiumoso e mescolato a bolle di aria. Potrebbe essere però che accadesse una lacerazione in questo caso ed altri analoghi osservati da Legallois.

5.° Sapeva già Priestley che il conflitto dell'aria e del sangue non è fermato nè da una vescica umida, nè da uno strato di siero steso sopra quest'ultimo; non cessa la reazione, secondo Rayer e Young (1), altro che quando lo strato possiede molti pollici di altezza. Il grumo disseccato con carta bibula arrossa meno all'aria del grumo umido (2); la umettazione delle ramificazioni bronchiali, mediante il loro esalamento acquoso (§. 816, III), sembra egualmente, al pari di certo grado di umidità dell'aria, avere della importanza per la respirazione, come la endosmosi dei gas viene favorita dalla umidità. Gli organi respiratorii sono sempre umidi, anche negli animali inferiori, per esempio nei batraci e certi anelidi, in quanto essi respirano aria. Riguardo agli insetti, siccome il maggior numero vivono di mezzo ad aria secca, la loro respirazione si compie non già alla superficie, ma nell'interno di trachee costantemente umide (3). Le branchie dei crostacei sono coperte per guisa che non si disseccano facilmente, e quando la disseccazione s'impossessa di esse, l'animale muore. Certi granchi terrestri hanno, secondo Audouin e Milne Edwards, diversi organi atti a ricevere l'acqua ed a rattenerla per la umettazione delle branchie. Alcuni pesci possono respirare l'aria, ma vi periscono quando le loro branchie si disseccano (4). La respirazione stessa delle piante cessa in un'aria perfettamente secca.

A. Scambio dei materiali.

§. 974. I. Lower riconobbe pel primo che il sangue diventa più vermiglio per l'azione dell'aria atmosferica, e Priestley comprovò che questa ultima perde allora l'ossigeno, come nella respirazione; scoperta la quale, confermata da molti osservatori, ricevette il consenso generale; si pretese che l'acquisizione fatta dal sangue di un colore più chiaro alla sua superficie, provenisse unicamente dalla gravità specifica delle sue parti colorate; ma Hewson combattè siffatta asserzione mediante una esperienza, la quale consisteva nel legare la vena giugulare di un animale e far giungere aria al sangue nella porzione situata al disopra della legatura, ove questo liquido

(1) *Giornale di chimica medica*, t. VIII, p. 544.

(2) *Ivi*, p. 545.

(3) *Straus, Consideraz. sull'Anat. degli animali articolati*, p. 315.

(4) *Edwards, Influenza degli agenti fisici*, p. 118. — *Milne Edwards. Storia dei crostacei*, Parigi, 1834, t. I, p. 82.

diveniva vermiglio, mentre conservava il suo color nero nella porzione situata al disopra.

Ingegnandosi ancora poco fa Davy di ascrivere il mutamento del colore del sangue a circostanze meccaniche, contribuì a consolidare la dottrina stabilita da Priestley (§. 752, 1.^o); giacchè Christison (1) si convinse che il sangue venoso si arterializza quando lo si agiti con aria atmosferica, mentre conserva il suo color nero con l'idrogeno, e che quando si agiti con aria atmosferica dieci pollici cubici di sangue a cui si tolse la sua fibrina, l'aria perde 0,32 in 1,42 pollici cubici del suo ossigeno. Allorchè Hoffmann (2) aveva fatto arrossare sangue venoso con siffatto processo, lo vedeva ripassare in alcuni secondi al color nero per effetto di una corrente di gas acido carbonico, poi rischiararsi di nuovo sotto la influenza dell'atmosfera.

Già si parlò (§. 674, 1.^o) dei cambiamenti che le proprietà fisiche del sangue soffrono in diversi gas. Solo qui aggiungeremo che operando in questa guisa, siffatti gas comportano essi stessi una perdita. Del gas ossigeno puro, in cui Christison aveva introdotto sei pollici cubici di sangue, perdette 0,57 in 1,4 pollice cubico. Secondo Davy (3), il gas acido carbonico, il gas idrogeno carbonato, ed il gas ossido di azoto, posti a contatto col sangue, comportarono egualmente qualche diminuzione.

II. Effetti consimili avvengono negli stessi polmoni.

1.^o La respirazione artificiale (§. 765, 7.^o) fa passare il sangue nero degli animali morti al rosso vermiglio, e diminuisce la proporzione dell'ossigeno atmosferico. Del gas ossigeno che Brodie (4) aveva spinto nei polmoni di conigli, scemò di 25 in 27 pollici cubici in 30 o 35 minuti.

2.^o Moltiplici esperienze dimostrarono che il color vermiglio del sangue arterioso proveniva dal continuo rinnovamento dell'aria nei polmoni. Così, ad esempio, allorquando Emmert apriva il petto a conigli viventi (5) in maniera che i polmoni si avvizzissero sopra sè stessi, il sangue rimaneva nero anche nelle arterie. Se desso spremeva l'aria dai polmoni mediante una compressione esercitata sul petto, il sangue della carotide sembrava alquanto più carico dopo trentadue secondi, e trenta secondi dopo, lo era intieramente. Se legava la trachea, dopo aver empiti i polmoni mediante un mantice, il sangue della carotide aveva un colorito

(1) *Archivii generali*, t. XXVII, p. 241.

(2) *Ivi*, 2.^a serie, t. IV, p. 666.

(3) *Untersuchungen ueber das Athmen*, t. II, p. 47, 51.

(4) *Reil, Archiv*, t. XII, p. 210.

(5) *Ivi*, t. V, p. 406.

alquanto carico in capo a quindici secondi, ed un color quasi nero dopo 45 secondi; ma se spingevasi allora nuova aria nei polmoni, bastavano 23 secondi per rischiarare la tinta del liquido, e 45 per ridonargli il suo colore naturale. Tagliò Bichat sopra cani, la trachea ed un'arteria a cui adattò delle chiavi o robinetti; quando chiudeva il robinetto o chiave della trachea subito dopo una inspirazione, il sangue arterioso cominciava ad annerirsi dopo 30 secondi, e dopo 60 in novanta, esso aveva tutti i caratteri del sangue venoso; quest'effetto accadeva alcuni secondi più presto, quando la trachea era stata chiusa in seguito ad una espirazione; se ritiravasi aria dai polmoni, mediante uno schizzetto, non erano necessari al sangue altro che 20 minuti per annerirsi, ed esso acquistava questo colorito, non già poco a poco, ma di repente; se avevasi, all'opposto, spinta più aria nei polmoni di quanta se ne introduce mediante una inspirazione ordinaria, il sangue arterioso non principiava ad annerirsi che dopo un minuto, ed impiegava assai più tempo a divenire affatto venoso; qualora riaprivasi la trachea dopo alcuni minuti, vedevasi un'onda di sangue vermiglio succedere quasi immediatamente ad un'onda nera, e dopo 30 minuti al più, il sangue delle arterie aveva recuperato il suo colore naturale; se non permettevasi all'aria d'introdursi altro che per una piccola fessura, l'arrossamento accadeva con egual prontezza, ma il colore non era però tanto vivo. Vide pure Brachet, sopra un gatto, il sangue della carotide annerirsi due minuti dopo la sezione del nervo pneumo-gastrico, poi ritornare vermiglio dopo la tracheotomia, e passare così alternativamente da un colore all'altro, secondo che aprivasi o chiudevasi la trachea. Adatta, dice Bichat, una chiave o robinetto alla trachea di un animale, apri l'addomine, e chiudi il robinetto; dopo due o tre minuti, il colore rossastro che anima il fondo bianco del peritoneo si cambia in bruno scuro, cui fassi sparire e ricomparire a piacere aprendo e chiudendo la chiave. Fece Bichat la stessa osservazione sopra i tessuti dei reni, dei muscoli, dei nervi e sopra i germogli carnosì delle ferite. Negli asfitici, la faccia, la lingua e le labbra sono ordinariamente livide, la faccia interna dello stomaco e dell'intestino più cariche del consueto, ed i polmoni di color azzurro carico (1). D'altronde, Bichat osserva che il sangue fluente in una operazione chirurgica assume egualmente colore più carico quando la respirazione è alterata.

3.° La differenza di colore del sangue nel sistema aortico ed in quello della vena cava riesce ovunque meno sensibile allorchando la massa

(1) *A. Devergie, Diz. di Med. e di Chir. prat., art. ASFISIA, t. III, p. 543.*

intiera del sangue non entra liberamente a contatto coll' atmosfera negli organi respiratorii. Appena se ne accorgesi nell' embrione (§. 467, 10.^o) ; è dessa meno sensibile nei rettili e nei pesci che negli animali a sangue caldo, meno nei cetacei e negli uccelli nuotanti che nei mammiferi e negli uccelli terrestri. Nell' uomo, la cianosi o malattia azzurra è determinata da un ostacolo qualunque all' entrare del sangue e dell' aria in perfetto conflitto ; essa lo è specialmente dai vizii di primitiva conformazione che impediscono al sangue di giungere ai polmoni, come la strettezza e l'otturamento dell' arteria polmonare, o che inducono il miscuglio del sangue venoso col sangue arterioso, come la persistenza del foro ovale o del condotto di Botalli.

III. Siccome il sangue venoso acquista il colore del sangue arterioso quando lo si espone, fuori del corpo, al contatto dell'aria, di cui diminuisce così l'ossigeno, siccome, lo stesso coloramento accade durante la respirazione, determinata altresì dalla presenza dell'ossigeno, la cui proporzione scema egualmente nell' aria inspirata, siccome finalmente il sangue assorbe i gas in generale, è quindi appena permesso dubitare che questo liquido assorba ossigeno durante la respirazione, e che ciò è appunto quello che l'arterializza. Era però riserbato ai tempi a noi più vicini lo stabilire definitivamente siffatta dottrina sopra esperienze dirette.

1.^o Magnus (1), mediante la macchina pneumatica, estrasse dal sangue dei cavalli e delle bestie a corna dei gas acido carbonico, azoto ed ossigeno, di cui ecco i volumi proporzionali in dieci-millesimi.

	Somma dei gas.	Acido carbonico.	Ossigeno.	Azoto.
Sangue venoso di cavallo	794	547==0,6889	128==0,1613	119==0,1498
Sangue arterioso di cavallo	1051	702==0,6679	250==0,2378	99==0,0943
Sangue venoso di vitello	716	556==0,7765	95==0,1326	65==0,0909
Sangue arterioso di vitello	1163	703==0,6045	279==6,2398	180==0,1557

Questi risultati si accordano colle osservazioni fatte altre volte da Home (2), giusta le quali quattro oncie di sangue venoso diedero 150 grani di aria con 12 grani e 1/2 di gas acido carbonico, e quattro oncie di sangue arterioso 255 grani di aria, con grani 10 1/2 di gas acido carbonico. Enschat (3) non trovò ossigeno nel gas svolto dal sangue, ma (4) 40 pollici cubici di sangue venoso gli somministrarono un pollice e mezzo e 40

(1) Gilbert, *Annalen*, t. CXVI, p. 599.

(2) *Lectures on comparative anatomy*, t. V, p. 124.

(3) *Diss. de respirationis chymismo*, p. 85.

(4) *Ivi*, p. 115, 144.

di sangue arterioso 0,7 soltanto di gas acido carbonico. Ritrasse Bischoff (1) del gas acido carbonico dal sangue venoso posto sotto il recipiente della macchina pneumatica, ma non ne ottenne mica sangue arterioso. Le esperienze da noi precedentemente riportate (§. 875, 9.^o) avendo già dato risultati consimili, fu necessaria la riunione di circostanze particolari perchè Van Maak (2) ritragga dal sangue venoso poco o nulla di acido carbonico.

2.^o Ricevette Hoffmann (3) il sangue fluente dai vasi in un recipiente contenente gas idrogeno; il venoso svolse acido carbonico, e l'arterioso dell'ossigeno. Bischoff (4) pervenne agli stessi risultati facendo passare gas idrogeno attraverso l'una e l'altra specie di sangue. Enschat (5) estrasse dal sangue venoso, mediante gas idrogeno od azoto, una quantità di acido carbonico più che doppia di quella proveniente dal sangue arterioso.

3.^o Secondo U. Davy, il sangue arterioso svolge gas ossigeno per l'azione del calore; Enschat (6) trovò che ad una temperatura di 56 gradi R., il sangue venoso ne dava 0,050 in 0,100, mentre il sangue arterioso non ne somministrava che 0,025 in 0,066.

4.^o I risultati dell'analisi elementare dei due sangui (§. 878, 3.^o) sono perfettamente d'accordo con tutti i precedenti. Lo stesso dicasi di quelli ottenuti da Mulder (7) analizzando la fibrina.

	Sangue venoso.	Sangue arterioso.
Carbonio	53,476	53,019
Idrogeno	6,952	6,828
Azoto	15,291	15,462
Ossigeno	23,281	25,691

IV. Riguardo alla conversione del gas ossigeno,

1.^o Seguin e Lavoisier (8) avevano detto, non essere provato, ma doversi supporre che la combustione operata nei polmoni produceva acido carbonico, combinandosi l'ossigeno dell'aria atmosferica col carbonio dei liquidi separati nelle ramificazioni bronchiali. Questa ipotesi fu ammessa

(1) *Commentatio de respiratione*, p. 11.

(2) *Jahrbuecher der Medicin*, t. IX, p. 348.

(3) *Froriep, Notizen*, t. XXXVIII, p. 252.

(4) *Loc. cit.*, p. 17.

(5) *Loc. cit.*, p. 115.

(6) *Loc. cit.*, p. 99, 142.

(7) *Gilbert, Annalen*, t. CXVI, p. 253.

(8) *Storia dell'Accad. delle scienze*, 1790, p. 606.

come un fatto sperimentale da molti fisiologi e chimici, fra gli altri Prout (1). Abbiamo già fatto conoscere (§. 875, 9.º) gli argomenti che depongono contro di esse, provando che l'acido carbonico si trova già contenuto nel sangue venoso, e che desso è soltanto separato nei polmoni. Alle osservazioni dimostranti (§. 841, 6.º, 8.º) che si svolge acido carbonico, anche durante la inspirazione del gas idrogeno e del gas azoto, bisogna inoltre aggiungere quelle praticate da Muller e Bergemann (2). Abbiamo egualmente veduto più sopra che svolgesi gas acido carbonico dal sangue fuori del corpo, senza la influenza dell'ossigeno, ed esservi maggior quantità di questo ultimo gas nel sangue arterioso che nel sangue venoso. La principale difficoltà presentata dalla ipotesi di una secrezione di acido carbonico consiste, secondo Muller, nell'espírarsi 15 in 22 pollici cubici di questo gas nello spazio di un minuto, mentre che duraute lo stesso tratto di tempo, il sangue che attraversa i polmoni non oltrepassa mica cinque libbre, quantità la quale non potrebbe contenere sì gran copia di acido carbonico. Non torna però possibile estrarre dal sangue, fuori del corpo, tutto il gas che esso contiene, sicchè non potrebbesi determinare esattamente la proporzione di quest'ultimo. D'altronde Magno (3) ottenne da un pollice cubico di sangue in 24 ore, 0,37 pollici cubici di acido carbonico; se ammettiamo che una libbra di sangue (a 1,056 di gravità specifica) occupi uno spazio di più di 24 pollici cubici, ne segue da ciò che 5 libbre di sangue conterrebbero 44 pollici cubici di gas acido carbonico.

2.º L'ossigeno passa adunque nel sangue, ed esso non vi è adoprato nè a formare acido acetico che svolge l'acido carbonico del carbonato di soda combinandosi colla base di questo sale, come ammettono Tiedemann, Gmelin e Mitscherlich (4), nè a svolgere il gas acido carbonico contenuto nel cuore, come lo pensano Pfaff e Van Maak; giacchè lo svolgimento di questo gas che accade eziandio senza il concorso dell'ossigeno, confuta compiutamente tale ipotesi. Non puossi neppure, come già si disse (§. 752, 4.º), ammettere quella di Lagrange, il quale voleva che l'ossigeno assorbito producesse l'acido carbonico, durante la circolazione, mediante la sua combinazione col carbonio del sangue, giacchè il sangue arterioso non diviene venoso che in presenza della sostanza organica

(1) Schweiger, *Giornale*, t. XXVIII, p. 235.

(2) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 322.

(3) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. V, p. 3.

(4) *Loc. cit.*, p. 588.

solida. Quindi, riconoscendo pure con Magno (1) che l'ossigeno non è adoprato alla formazione dell'acido carbonico se non nei vasi capillari del sistema aortico, siamo costretti ammettere, con Bischoff (2) come essendo la opinione più verisimile che il carbonio, con cui si combina così cammin facendo, proviene dagli organi. Tuttavia, siccome si depone egualmente ossigeno negli organi, potrebbe succedere eziandio che la sua combinazione col carbonio non accadesse che nella sostanza di questi ultimi, e che così l'acido carbonico passasse già formato nel sangue. Ammette Prout (3) che l'acido carbonico è prodotto nei vasi capillari, durante la nutrizione degli organi contenenti gelatina, questa formandosi a spese dell'albumina, la quale racchiude 0,03 in 0,04 di carbonio più di essa.

D'altronde, se torna difficile, e più, a quanto sembra, in certi casi che in altri, estrarre l'ossigeno dal sangue con mezzi arterificiali, questa circostanza indica meno uno stato di combinazione chimica che una forte adesione del gas; giacchè sappiamo che l'acqua stessa non lascia facilmente scappare certi gas che sono mescolati con essa.

3.° Durante la respirazione penetra nel sangue aria atmosferica. Infatti, giusta quanto precede, il rapporto del sangue venoso al sangue arterioso, avuto riguardo ai gas in generale, è di 100: 132 o 162. Presume Confogliachi (4), che la secrezione della vescica natatoria dei pesci tragga la propria origine dall'aria atmosferica non decomposta che trovasi mescolata col sangue. Aria, od uno dei suoi principii costituenti, compare egualmente ovunque dove producesi un vuoto nel sistema vascolare (§§. 709, 6.°; 715, 2.°). Ma ignorasi ancora se, nella respirazione, il sangue assorba od ossigeno soltanto, oppure, come lo pensa Davy (5), aria atmosferica, di cui poscia questo liquido riterrebbe l'ossigeno, lasciando libero l'azoto, che sarebbe in gran parte espirato.

V. Il sangue, di nero che era, diventa vermiglio o scarlatto dopo la respirazione.

1.° Quest'effetto proviene dall'assorbimento dell'ossigeno e dalla esalazione di acido carbonico. L'azione del gas ossigeno sul sangue è troppo evidente fuori del corpo, perchè si possa metterla in dubbio. Il gas acido carbonico fa assumere il color nero a questo liquido, senza il concorso di verun'altra circostanza. Ora, siccome il sangue venoso perde

(1) *Loc. cit.*, p. 602.

(2) *Loc. cit.*, p. 40.

(3) *Medico-chirurgical review*, t. XXV, p. 112.

(4) *Schweigger, Giornale*, t. I, p. 152.

(5) *Loc. cit.*, t. II, p. 113.

acido carbonico nella respirazione, siamo in diritto di ammettere che questa perdita contribuisca al cambiamento di colore che esso soffre. Vide Maguo (1) il sangue venoso a cui toglieva acido carbonico, assumere colore più chiaro, meno vermiglio però di quello del sangue arterioso, locchè gli fece pensare che il cambiamento di colore non dipenda soltanto dall'esalazione di acido carbonico, ma si attenga tuttavia all'assorbimento dell'ossigeno. Bischoff (2) riconobbe che il togliimento dell'acido carbonico non basta a produrre questo effetto, giacchè del sangue venoso (3) cui egli ne aveva spogliato conservava il suo colore nero pel gas idrogeno; puossi però dubitare che sia riuscito a togliere così tant'acido carbonico come aveva fatto Magno.

2.º Il sangue contiene acqua e sali, la cui presenza è la condizione, la quale fa sì che l'assorbimento di ossigeno e la esalazione di acido carbonico determinano il cambiamento di colore, od almeno lo rendano possibile. Il grumo disseccato non arrossisce nè all'aria nè nel gas ossigeno. La umidità ha incontrastabilmente della influenza, dappoichè ovunque essa favorisce l'assorbimento dell'ossigeno, od anche n'è la indispensabile condizione (§. 972, 8.º). Ma i sali vi prendono eziandio parte, come provarono Nasse (4) e Stevens (5). Versando sopra il grumo del sangue dell'acqua distillata, la quale s'impossessa dei sali, il colore non si rischiarà all'aria o nel gas ossigeno; ma se lo s'immerga poscia in una dissoluzione salina, subito diventa di color rosso vermiglio. Secondo Stevens, gli alcali e gli acidi, in particolare l'acido carbonico, anneriscono il sangue, perchè ne distruggono la neutralità, ed i sali neutri sono la condizione del suo coloramento in rosso chiaro. Hoffmann (6) però osservò che la troppa quantità del sale anneriva questo liquido. Ma, secondo Van Maak, la manifestazione di colore vermiglio per l'azione dei sali, suppone sempre l'azione dell'ossigeno. Siffatte sostanze non procurano mai che il colore rosso del sangue venoso a quello che fu annerito mediante l'acido carbonico. Rayer e Young (7) non riguardano neppure i sali come la causa del coloramento, ma soltanto come la condizione dell'attitudine del sangue ad ossigenarsi. Gregory ed Irwine (8) trovarono non essere possibile operare

(1) *Loc. cit.*, p. 603.

(2) *Loc. cit.*, p. 36.

(3) *Loc. cit.*, p. 33.

(4) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. II, p. 452.

(5) *Philos. Trans.*, 1835, p. 352.

(6) *Loc. cit.*, p. 254.

(7) *Giornale di chimica medica*, t. VIII, p. 545.

(8) *Brandes, Archiv der Pharmacie*, 2.ª serie, t. I, p. 246.

la conversione in sangue vermiglio mediante il siero od una lieve dissoluzione salina che gli rassomigli, ma che una dissoluzione saturata di sale la determina, anche nei gas azoto, idrogeno ed acido carbonico. Del resto, Bischoff (1) osserva che il sangue divenuto carico per l'acqua distillata, riprende un colore alquanto più chiaro all'aria o nel gas ossigeno, ma che esso acquista prestamente il colore scarlatto nell'acqua salata, senza tuttavia pigliare intieramente l'apparenza del sangue arterioso. Inoltre, il gas ossigeno dando al sangue un colore compiutamente arterioso, senza nulla cambiare alla proporzione dei sali, deve considerarlo come la causa propriamente detta del cambiamento di colore effettuato dalla respirazione, e come una condizione essenziale al producimento di questo stesso fenomeno fuori del corpo.

B. Effetti dei cambiamenti del sangue.

§. 975. I. Il colore non è la sola differenza esistente tra il sangue arterioso ed il sangue venoso; altre ancora ve ne ha, per dir vero, inconstantì ed equivoco, cui abbiamo già indicate (§. 751) e sopra le quali Nasse (2) e Lecanu (3) fecero ampie ricerche.

1.° Il sangue arterioso contiene men acqua, proporzionalmente ai suoi principii solidi (§. 751, 10.°). Secondo Lecanu (4), l'acqua del sangue venoso ascendeva a 0,795, e quella del sangue arterioso a 0,783 in un cavallo; a 0,804 pel primo, e 0,735 pel secondo, in altro cavallo. Siccome la esalazione acquosa non è tanto considerabile nei polmoni come nella pelle (§. 817, 6.°), siccome altresì il chilo e la linfa che si mescolano al sangue poco prima che esso penetri nei polmoni, contengono proporzionalmente più acqua di esso (§. 949, 14.°), sembra impossibile spiegare come la respirazione possa accrescere la proporzione dei materiali solidi.

2.° Il colore, di cui il cambiamento costituisce il fenomeno più generale e più evidente della respirazione, risiedendo nei globetti del sangue, è chiaro che questi devono avere la massima parte nel mutamento che esso comporta. Prout (5) fra gli altri, riconobbe esservi questi soli globetti che esalino acido carbonico ed assorbano ossigeno, non cagionando il siero

(1) *Loc. cit.*, p. 31.

(2) *Das Blut in mehrfacher Beziehung untersucht*, p. 305-353.

(3) *Studi chimici sul sangue*. Parigi, 1839, p. 74-86.

(4) *Loc. cit.*, p. 77.

(5) *Schweigger, Giornale*, t. XXVIII, p. 222.

verun mutamento nell'aria ambiente innanzi il movimento in cui esso comincia ad entrare in putrefazione, od almeno, secondo Berzelio, determinandone soltanto uno poco considerabile. Crede però Prout che la parte colorata entri in conflitto coll'atmosfera senza uscire dalla sua combinazione naturale coi globetti del sangue, mentre che, secondo Van Maak (1), quando si pongono cinque volumi della dissoluzione acquosa di questa parte colorata in contatto con quattro volumi di gas ossigeno, essa ne assorbe circa tre, poi diventa vermiglia per l'aggiunta di un liquido salino, d'onde conculse che il cuore, carico di carbonio, somministra l'acido carbonico nella respirazione, perchè desso lo cambia per ossigeno. Secondo Schultz (2), i globetti del sangue, detti da lui vescichette respiratorie, sono alquanto più densi, più gonfi, meno piani e più ricchi di materia colorante nel loro stato venoso. Nondimeno assicura egli (3) non essere gli antichi globetti, ingorgati di questa materia colorante, ma soltanto i più nuovi, che comportano una trasformazione nell'atto della respirazione, e che tale fenomeno proviene dalla produzione dell'involucro colorato mediante la metamorfosi del loro nocciolo.

D'altronde, esiste maggior quantità di globetti nel sangue arterioso che nel sangue venoso (§. 751, 8.^o). Lo comprovò Lecanu (4) essendo il loro peso di 0,106 nel sangue venoso di un cavallo, e di 0,122 nel suo sangue arterioso; di 0,111 nel sangue venoso d'altro cavallo, e di 0,125 nel sangue arterioso.

3.^o Ottenne Lecanu (5), in un caso, 0,005 di fibrina secca dal sangue venoso, e 0,010 dal sangue arterioso; in altro, 0,004 del primo, e 0,005 del secondo. Non solo la quantità della fibrina cresce mediante la respirazione, ma inoltre la qualità di tale sostanza si perfeziona (§. 751, 7.^o) ed il sangue acquista così maggiore coagulabilità (§. 751, 5.^o). Quindi tal liquido è più venoso e meno coagulabile, negli animali ibernanti, durante l'intormentimento (§. 612, 4.^o), ed esso perdette spesso totalmente la facoltà di coagularsi negli appiccati, negli annegati, negli individui asfittici pel vapore del carbone. Si osservò pure qualche cosa di simile nell'asma.

4.^o Lecanu (6) e Letellier (7) trovarono, come Denis, Prevost e

(1) *Jahrbuecher der Medicin*, t. IX, p. 348.

(2) *Das System der Circulation*, p. 27, 54, 136.

(3) *Giornale di Hufeland*, 1838, 4.^o fasc., p. 13.

(4) *Loc. cit.*, p. 83.

(5) *Loc. cit.*, p. 80.

(6) *Loc. cit.*, p. 32.

(7) *Bollettino dell'Accad. reale di med.*, t. I, p. 179 e 607.

Dumas, che la respirazione scema, ma non in modo costante, la quantità di albumina, di estrattivo, di grasso e dei sali.

5.° Mulder pretende che la materia colorante organica non cambia mica nella respirazione, che forse soltanto il ferro viene ossidato e svolto dall'acido carbonico con cui era combinato nel sangue venoso. Ammette pure (1) Arnold che l'acido carbonico sia unito all'ossidulo di ferro del cruore nel sangue venoso, e che esso diventi libero durante la respirazione, trasformandosi quest'ossidulo in ossido (leggi il §. 686, 2.°).

II. La conversione del chilo e della linfa sembra essere operata principalmente dalla respirazione. Certa difficoltà cronica di respirare induce quasi sempre il dimagrimento e la diminuzione della quantità del sangue. Autenrieth (2) dice che, nei tisici, scorgesi, molto tempo dopo il pasto, del chilo non alterato nuotare alla superficie del sangue tratto dalla vena. Quando pure ciò che esso dà per chilo fosse grasso, non sarebbe cambiato nulla quanto al fondo, dappoichè questo grasso libero apparterebbe al chilo che non comportò trasformazione. Ma le nostre cognizioni sono ancora imperfettissime riguardo a ciò che concerne siffatta metamorfosi.

1.° Il più certo, a quanto pare, è la decarbonizzazione del chilo, conciossiachè, secondo Macaire e Marcet (3) esso contiene, al pari del sangue venoso, più carbonio (0,55) del sangue arterioso (0,50), e che si esala incontrastabilmente nella respirazione acido carbonico. Il chilo aumenta la proporzione del carbonio nel sangue. Secondo Scudamore ed Home (4), si sviluppa, qualche tempo dopo il pasto, maggior quantità di acido carbonico tanto dal sangue tratto dalla vena quanto dall'urina. Possiamo adunque bensì ammettere, con Spallanzani (5), che la respirazione elimini l'eccesso di quest'acido prodotto in conseguenza della digestione. Lo conferma, il corrispondere, giusta i fatti altrove citati (§. 840, 5.°), la quantità dell'acido carbonico espirato a quella degli alimenti che furono presi. Prout (6) e Coutanceau (7) obbiettarono che si espira continuamente acido carbonico, tanto dopo un prolungato digiuno, quanto dopo il compimento della conversione del chilo in sangue; ma tale obbiezione non varrebbe

(1) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 252.

(2) *Reil, Archiv*, t. VII, p. 7.

(3) *Annali di chimica*, t. LI, p. 383.

(4) *Lectures on comparative anatomy*, t. III, p. 24.

(5) *Mem. sulla respirazione*, p. 218.

(6) *Schweigger, Giornale*, t. XXVIII, p. 236.

(7) *Rivista delle nuove dottrine*, p. 43.

se non in quanto non si accordasse alla respirazione altro scopo che di agire sul chilo. Se gli animali si abbandonano volentieri, dopo aver mangiato, ad un sonno durante cui essi espirano men acido carbonico, ciò non costituisce una difficoltà valevole ad arrestarci, giacchè il sonno non avviene d'ordinario che al tempo della digestione stomacale, allorchando non giunse peranco chilo nel sangue. In quanto a ciò che dicono Lassaigne ed Yvart (1) che gli animali espirano men acido carbonico sotto la influenza di nutrimento non azotato, e quindi in proporzione men ricco di carbonio, questo fenomeno non può essere attribuito che alla diminuzione dell'attività vitale.

2.° Ciò che concerne gli altri principii elementari è più oscuro; giacchè, secondo le analisi da noi riferite (§§. 878, 3.°; 950, 10.°), il chilo contiene più ossigeno del sangue, e sorpassa eziandio il sangue arterioso sotto questo rapporto, negli animali erbivori. Sembra certo che, quando il nutrimento è vegetabile, la respirazione consuma men ossigeno. Si osserva che gli uomini viventi unicamente di vegetali possono rimanere più alla lunga sotto la campana dei palombai di quelli che vivono di carne (2). Assicurano altresì Lassaigne ed Yvart (3) che la quantità di ossigeno atmosferico consumato dagli animali assoggettati al nutrimento non azotato era di un quinto men considerabile di quello che accade sotto la influenza di alimenti azotati.

3.° Secondo questi due osservatori (4) la quantità dell'azoto espirato era la stessa con l'uno e l'altro nutrimento. Tuttavia evvi men azoto nel chilo che nel sangue, e quello che esiste in più in quest'ultimo deve, secondo la opinione di Macaire e Marcet, provenire dalla respirazione, in conseguenza essere stato tolto all'atmosfera.

4.° Il chilo e la linfa contengono più acqua del sangue, e, sotto tale aspetto, possono già avvicinarsi ad esso in conseguenza della esalazione acquosa che effettuasi nei polmoni.

5.° La fibrina si sviluppa in ragione diretta della respirazione; ancora incompiuta nell'embrione, essa acquista il suo pieno ed intiero sviluppo, nel tempo stesso degli organi respiratorii, all'epoca della pubertà, diventa più abbondante e più perfetta negli individui di largo petto, e rimane lieve ogni volta che la respirazione è alterata, per esempio, nelle

(1) *Giornale, di chimica medica*, t. X, p. 449.

(2) *Froriep, Notizen*, t. VIII, p. 137. — *Diz. dell'industria manifatturiera*. Parigi, 1835, t. III, p. 448.

(3) *Loc. cit.*, p. 274.

(4) *Loc. cit.*, p. 273.

cianosi. Risulta d'essa men perfetta nei pesci, e negli uccelli lo è al maggior grado (1). La fibrina, ancora incompiuta nel chilo, si perfeziona adunque sotto la influenza della respirazione. Tale fenomeno sembra supporre altresì un assorbimento di azoto, quantunque la diminuzione dell'acido carbonico e dell'acqua possa egualmente contribuirvi. Pensano Tiedemann e Gmelin (2) che la fibrina si produca a spese dell'albumina per effetto dell'ossigeno che si assorbe respirando; ma questa opinione non può essere ammessa, conciossiachè la fibrina contiene men ossigeno dell'albumina (§. 680, 2.°).

6.° Il chilo e la linfa contengono più estrattivo e grasso del sangue, la cui decarbonizzazione può, sotto tale aspetto, ravvicinarli, facendo forse servire queste sostanze al perfezionamento dell'albumina e della fibrina.

7.° Secondo Fourcroy, il fosfato di ferro bianco del chilo perderebbe alquanto del suo acido per la soda del sangue, e portato in seguito al massimo grado di ossidazione dall'ossigeno atmosferico, assumerebbe quindi color rosso, che diverrebbe quello del sangue. Ammette Arnold (3), che il ferro ossidandosi formi la ematosina coll'albumina. Tuttavia lo stato del ferro nel sangue non fu comprovato ancora in modo cotanto certo da poter dire nulla di positivo relativamente all'origine del color rosso.

(8.° La conversione del chilo in sangue rosso va attribuita principalmente alla influenza del gas ossigeno; almeno questo gas dà ai globetti del chilo cert'apparenza che li fa rassomigliare molto a quelli del sangue. Alcune gocce di chilo latteo proveniente dalla cisterna di un cane furono poste, sopra un vetro di oriuolo, in un vaso di vetro, cui riempissi sull'istante di ossigeno, e che otturossi in seguito ermeticamente. Dopo 24 ore il chilo era compiutamente diviso in grumo e siero, il primo rosso, il secondo limpido come acqua. L'arrossamento era men considerabile di quanto aspettavami; non oltrepassava quello che aveva talvolta osservato nel contenuto del canale toracico esposto all'aria libera. Ma fui meravigliato della sua intensità in altro caso, in cui aveva adoprato chilo proveniente da cane malato, e che, prima della esperienza, aveva il color giallo e la limpidezza della orina, senza la minima apparenza lattea. Dopo aver portato il tutto sotto il microscopio, scorsi dapprima molte gocce di olio sparse alla superficie del grumo, e molto grosse, giacchè avevano un

(1) *Schroeder van der Kolk, Diss. systens sanguinis coagulantis historiam*, p. 50.

(2) *Ricerche sulla digestione*, t. II.

(3) *Loc. cit.*, t. II, p. 255.

cinquantesimo di linea di diametro. Avendo staccato delle più piccole parti del grumo per esaminarle, distinsi i globetti del chilo convertiti in corpicelli colorati, la cui tinta sembrava gialla come quella dei globetti del sangue veduti col microscopio; tutti erano della stessa grossezza, ed appena più piccoli di quelli del sangue; la loro superficie era liscia e non granellata. Sembravano dapprima sferici, ma quando perveniva a vederli da lato, riconosceva in essi una forma ovale allungata; erano adunque lenticolari, non biconcavi come i globetti del sangue dei cani, ma biconvessi. Per tal guisa la influenza del gas ossigeno aveva fatto perdere ai globetti del chilo una parte dei loro caratteri distintivi, cioè la loro inegualianza di volume e l'aspetto granellato della loro superficie; aveva desso loro procurato inoltre quelli dei globetti del sangue, vale dire il colorito e la forma lenticolare.

Il siero, veduto col microscopio, era un liquido senza colore e limpido come acqua, in cui scorgevansi infiniti corpicelli rotondi, aventi all'incirca il decimo del volume dei globetti del sangue, di cui gli uni nuotavano isolati, e gli altri mostravansi riuniti in grandi masse.

Il chilo, posto nell'acqua distillata, attraverso cui si fece passare una corrente di gas ossigeno, non diede verun risultato particolare. Non si vide all'occhio nudo niun arrossamento sensibile; all'opposto, erasi formato della fibrina bianca; questa, veduta col microscopio, sembrava consistere in certa massa omogenea di piccolissimi grani; vi si scorgevano alcuni globetti, leggermente giallastri, grossi quanto un globetto del sangue. La stessa acqua conteneva, oltre fiocchi delicatissimi di fibrina, molti piccoli globetti analoghi a quelli che scoprivansi nel siero.

Non sono per anco riescito ad osservare immediatamente col microscopio la conversione dei globetti del chilo per mezzo di una corrente di gas ossigeno diretta sopra questo liquido; il chilo si dissecca per ciò troppo prestamente sopra una piastra di vetro, e l'acqua che vi si aggiunge affievolisce l'azione del gas ossigeno. Neppur vidi mai, in queste esperienze, altro che un arrossamento parziale, il quale era già percettibile ad occhio nudo (1).

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

CAPITOLO II.

Rapporti della respirazione colla vita,

ARTICOLO I.

Rapporti generali della respirazione coll'organismo.

§. 976. I. Certi fenomeni della natura inorganica, come la eccitazione della elettricità, la cristallizzazione e simili, richiedono per condizione la presenza dell'aria, senza cui non possono destarsi neppure i primi germi della vita, nè svilupparsi veruna muffa alla superficie delle sostanze in putrefazione, o generarsi nelle infusioni verun animalletto infusorio. Medesimamente, la persistenza o la durata di qualunque vita dipende dal conflitto continuo coll'atmosfera. Solo per questo conflitto il sangue acquista il suo colore vermiglio, e, come lo si dimostrò altrove (§. 743, II), il sangue rutilante è il solo capace di alimentare la vita, atteso che esso solo contiene ciò che deve fare pienamente contrasto colle parti solide, ed esso solo entra in conflitto normale con queste. Il colore rosso più o men chiaro annuncia adunque altresì il più o meno di energia della vita, ed un' asfissia qualunque, provenga poi dalla inspirazione di gas irrespirabili, dalla impossibilità di ammettere aria nelle vie aeree, o dalla impotenza dei polmoni al attrarla nel loro interno, non è altro che una morte di tutti gli organi senza distinzione, per mancanza di sangue arterioso. Il sangue venoso, sovraccaricato di acido carbonico, non è assolutamente ostile alla vita (§. 743, 5.°); lo diviene solo pel motivo che allora manca il sangue arterioso saturato di ossigeno. L' asfissia che sopraggiunge in un' aria rinchiusa, non è neppur causata soltanto dall'accumulamento e dalla influenza dell'acido carbonico espirato; lo è principalmente dalla diminuzione dell'ossigeno; giacchè, sebbene abbiassi cura di assorbire il primo di questi gas, come fece Edwards (1), la respirazione non ne diviene meno tanto più angustiata e difficile di quanto scema maggiormente il secondo. La morte, nei gas sprovveduti di ossigeno, dipende egualmente, come disse Bischoff (2), dalla sola assenza di quest'ultimo, e non dalla ritenzione nel sangue dell'acido carbonico, il quale continua sempre a scappare per la espirazione

(1) *Influenza degli agenti fisici sulla vita*, p. 200.

(2) *Commentatio de respiratione*, p. 40.

(§. 841, 6.°, 8.°). Comprovò Nysten altresì (1), mediante esperienze ripetute, che del gas ossigeno, introdotto immediatamente nel sistema venoso, può sostituire la respirazione per qualche tempo; i cani perivano dopo cinque minuti nel gas azoto; ma, allorquando avevasi loro preventivamente iniettato gas ossigeno nella vena jugulare, la morte non accadeva che dopo dieci minuti; tuttavia gli animali già asfittici non ritornavano mica alla vita per effetto di questa iniezione, la quale non modificava neppure in modo sensibile il colore del sangue negli animali viventi (2). Quest'ultima circostanza sembra indicare che il gas ossigeno è più efficace quando penetra in piccola quantità, poco a poco e per endosmosi, di quando trovasi mescolato in massa col sangue.

II. Riguardo all'azione esercitata dalle diverse specie di gas :

1.° Il gas ossigeno può essere respirato dall'uomo durante circa dieci minuti. Risulta da ciò una sensazione piacevole di calore e di ben essere nel petto, e la circolazione progredisce con maggior velocità. Negli animali che vi si ricchiudono, evvi dapprima eccitazione, acceleramento della respirazione e della circolazione, poi abbattimento, con debolezza e rarità della respirazione; la morte accade più tardi che nell'aria atmosferica non rinnovata, in capo all'incirca di quattro o cinque ore; ma essa non dipende nè dalla mancanza di gas ossigeno, nè dalla presenza dell'acido carbonico espirato; giacchè, secondo Broughton (3), il gas di mezzo al quale gli animali perirono è capace ancora di raccendere una candela soffia, e di mantenere la vita di altri animali tanto alla lunga quanto quella dei primi. I battiti del cuore sono forti e persistenti ancora qualche tempo dopo la estinzione della vita animale; il movimento degli intestini dura altresì più alla lunga del consueto; il sangue è scarlatto e molto coagulabile, anche nel sistema della vena cava; i polmoni sono di color rosso intenso ed ingorgati di liquido, ed il cuore destro racchiude molto più sangue del sinistro.

2.° Il gas ossidulo di azoto, che ha la proprietà di alimentare la fiamma, può essere respirato per circa cinque minuti senza inconveniente. Oltre l'acceleramento della respirazione, cagiona desso un disordine delle funzioni sensoriali ed una specie d'ubbrachezza. Negli animali che vi si tengono rinchiusi, la morte accade di mezzo a fenomeni simili a quelli che sono determinati dal gas ossigeno, soltanto con molta maggior prontezza.

(1) *Ricerche di fisiologia e di chimica patologiche*, p. 149.

(2) *Ivi*, p. 62.

(3) *Archivii generali*, t. XXIII, p. 104.

3.° Gli animali muoiono ancora più prestamente nel gas azoto puro. Trovasi che il sangue si coagula lentamente, e che esso ha color carico; il cuor destro ne rigurgita. Alcune sorsate di questo gas possono essere respirate senza pericolo.

4.° L'uomo può egualmente respirare il gas idrogeno per un mezzo minuto; non ne risente che un passeggero disordine delle funzioni sensoriali. Gli animali vi periscono come nel gas azoto.

5.° La morte risulta più pronta nel gas acido carbonico e più rapida ancora nel gas ossido di carbonio, idrogeno carbonato, idrogeno solforato, idrogeno fosforato, ed ossido di azoto (1). Trovasi il sangue di color carico ed accumulato specialmente nel cuor destro. Alcune vampate di questi gas determinano egualmente nell'uomo un disordine della sensibilità generale, delle funzioni sensoriali e della coscienza.

§ 977. Il grado di bisogno di respirare varia molto nei diversi scalini della vita.

I. Queste variazioni si manifestano in molte maniere:

1.° Sono desse dapprima relative alla natura del mezzo in cui l'organismo è chiamato a respirare. Se il conflitto con l'atmosfera accade soltanto in maniera mediata, la vita si mantiene ad onta della piccola quantità di ossigeno che le è offerta. Questa regola si applica specialmente agli entozoari ed agli embrioni, pei quali il sangue di altro organismo, provveduto di gas ossigeno mediante la respirazione, fa le veci di atmosfera. Ma essa è vera altresì di tutti gli animali che respirano acqua. Secondo Humboldt e Provenzal, l'acqua di riviera contiene tutto al più 0,0287 di aria, per dir vero più ricca di ossigeno di quella dell'atmosfera, dappoichè ne racchiude fin 0,315; l'acqua contenente, al dire di Thomson, 0,0311 di aria e 0,290 di ossigeno, giusta queste due indicazioni, la quantità del gas ossigeno non vi ascenderebbe a più di 0,009, vale dire sarebbe 23 volte men considerabile che nell'atmosfera. Siccome il sangue delle branchie toglie ossigeno all'aria disciolta nell'acqua, e le comunica acido carbonico, l'acqua rende quest'ultimo all'atmosfera, alla quale essa sottrae invece certa quantità di aria contenente la proporzione di ossigeno testè indicata. Trovò Spallanzani (2) che due mitoli avevano, nello spazio di sette giorni, tolto all'aria soprannuotante l'acqua 0,07 del suo ossigeno, e che quando, invece di aria, si spandeva azoto alla superficie dell'acqua, perivano dopo tre giorni. I pesci muoiono nell'acqua privata di aria, come l'acqua

(1) *Annali d'igiene pubblica*. Parigi, 1835, t. XIII, p. 353.

(2) *Mem. sulla respirazione*, p. 307.

distillata o bollita, nella guisa stessa che gli animali a respirazione aerea soccombono nel vuoto. Versò Carradori uno strato di olio sopra l'acqua in cui nuotava un pesce, in guisa da impedire ogni contatto fra essa e l'atmosfera; il pesce consumò di botto tutto il gas ossigeno contenuto nell'acqua e perì; dopo la sua morte, s'introdusse nello stesso liquido un secondo pesce, il quale vi visse soltanto cinque minuti. Si tolse allora lo strato di olio, e senza cambiar acqua, vi si pose un terzo pesce, il quale durò fatica dapprima a respirare, ma che trovossi benissimo dacchè si versò il liquido entro un vaso piano, il quale, presentando maggior superficie, poteva assorbire più aria ed esalare maggior quantità di acido carbonico. Il movimento favorisce lo scambio di sostanze fra l'aria e l'atmosfera; quindi perviensi, col suo mezzo, a mantenere un pesce in vita entro una massa proporzionalmente piccolissima di liquido. Gli animali a polmoni non possono rimanere alla lunga sott'acqua altro che quando la loro pelle è atta a respirare, e tuttavia essi non sentono meno il bisogno di assoggettarsi all'azione immediata dell'atmosfera, giacchè le rane muojono nell'acqua bollita, coperta di uno strato di olio od ermeticamente rinchiusa (1). Negli animali che respirano aria in modo diretto, il bisogno di ossigeno è esattamente in rapporto col soggiorno che la loro organizzazione tutta intiera ad essi assegna; quelli che devono vivere in certe profondità, caverne, maremme, non abbisognano di atmosfera cotanto ricca di ossigeno come gli altri chiamati a vivere nelle pianure e sulle montagne.

9.^o Allorquando la respirazione si compie in uno spazio chiuso, ove l'atmosfera non può riparare le perdite dell'aria decomposta da tale funzione, tosto o tardi avviene la morte, dacchè il mezzo non contiene più la quantità necessaria di ossigeno, ed esso trovasi sopraccaricato di acido carbonico espirato. In simile caso adunque, un animale perisce tanto più prestamente quanto più considerabile sono la quantità di ossigeno che esso assorbe e quella di acido carbonico cui esala in un determinato tempo, e più ossigeno abbisogna rinvenire nel mezzo per potervi respirare. Esso vive, all'opposto, tanto più alla lunga, quanto men ossigeno consuma, quanto men acido carbonico produce, e specialmente se avendo la facoltà di continuar a respirare, per quanto piccola sia la copia di ossigeno contenuta nel mezzo, può vivere finchè siano esauriti tutti questi gas. Sonvi però eziandio altre circostanze, sulle quali ritorneremo più innanzi, che possono affrettare o ritardare la morte.

Secondo Humboldt e Provençal (2), i pesci respirano ancora nell'acqua

(1) *Trevirano, Biologia, t. II, p. 469.*

(2) *Mem. della Soc. d'Arcueil, t. II, p. 379.*

che contiene soltanto 0,012 di ossigeno; ma al di là di questo termine, l'acqua ritiene il resto del gas con tanta forza da non poterglielo più togliere; allora essi vengono alla superficie, all'oggetto di respirare l'aria immediatamente colle loro branchie umide.

Le lumache, al detto di Vauquelin, non periscono, nell'aria rinchiusa, se non dopo averne consumato tutto l'ossigeno.

Negli insetti, variano molto le cose, secondo che l'animale vive abitualmente nell'aria pura od impura. In due pollici cubici di aria, un'ape peri in dodici ore (1), un cetoio in 17, uno scarabeo in 34, quando non rimane più ossigeno; in tre pollici cubici di aria, un necroforo visse cinque giorni, senza consumare tutto l'ossigeno (2).

I rettili, in generale, sembrano continuare a vivere tanto finchè evvi peranco un po' di ossigeno nell'aria. I batraci, rinchiusi entro corpi solidi, si contentano dell'aria che questi ultimi assorbono e che giunge fin ad essi. Edwards (3) vide alcune rane rinchiusse in istretto spazio, con aria secca, morire dopo tre giorni, mentre la loro esistenza si prolungava maggiormente nella sabbia secca; rane, rospi, salamandre, imprigionati nel gesso, erano per anco vivi dopo dieci giorni, ma morti dopo due mesi. Secondo Buckland (4), alcuni rospi rinchiusi in pietre calcaree, coperte di piastre di vetro o di tavolette, o sepolti a tre piedi di profondità, vissero più di un anno, mentre che quelli ai quali si diede per prigionie selici, perirono molto più presto. In quanto agli altri che si trovarono entro masse di pietre affatto solide, è probabile che una fessura, in addietro esistente, siasi otturata da poco.

Gli uccelli sono di tutti gli animali, quelli che formano il più meraviglioso contrasto coi rettili. Essi consumano molto ossigeno in poco tempo, e periscono allorquando consumarono i due terzi di quello dell'aria, vale dire quando questa ultima non ne contiene più che 0,07. Per tal guisa, secondo Schubler (5), una cincia (*parus*) consuma tre pollici e mezzo cubici di gas ossigeno per ora, e muore, d'ordinario, allorquando sonvi ancora nell'aria 2,27 pollici cubici. Secondo Edwards (6), i fanelli vivono un'ora e mezzo in 55 pollici cubici di aria, dove abbiassi usato la

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV, p. 29.

(2) *Sorg, Disquisitiones physiologicae circa respirationem insectorum et vermium*, p. 14, 23, 40.

(3) *Influenza degli agenti fisici sulla vita*, p. 16.

(4) *Biblioteca universale*, t. LI, p. 391.

(5) *Gilbert, Annalen*, t. XXXIX, p. 343.

(6) *Loc. cit.*, p. 190.

precauzione di mettere alcali caustico, per assorbire l'acido carbonico espirato. Le capibare non periscono che dopo aver consumato i tre quarti del gas ossigeno (1), vale dire allorquando non ne rimane più nell'aria che 0,05. Per asserzione di Schubler, un sorcio consumò due pollici cubici di gas ossigeno nello spazio di un'ora, e morì sebbene l'aria contenesse ancora 1,45 pollici cubici di questo gas.

Il caso di otto uomini i quali, per 136 ore, rimasero rinchiusi sotto una frana di miniera di carbone, e cui ritraronsi in procinto di soffocarsi, lagnantisi di dolori respirando, cefalalgia, e peso nelle membra (2), sembrerebbe poter insegnarci qual sia il minimo della proporzione di ossigeno dall'aria, sotto la influenza della quale l'uomo può vivere; ma, siccome lo spazio che li rinserava era di 375 metri cubici = 20,848,939 pollici cubici, ognuno di questi otto uomini ebbe per ora 4024 pollici cubici di gas ossigeno; ora, se ammettiamo che dopo le due prime ore, epoca in cui le lumi si estinsero affatto, l'aria non contenesse più che 0,1 di gas ossigeno, ciascuno di essi ne ebbe 1944 pollici cubici; dunque paragonando questo dato coi fatti superiormente citati (§. 972, 2.^o) è evidente che quegli uomini soffersero meno dalla mancanza di aria respirabile che dalla mancanza di cibo, di calore e di luce.

3.^o Il maggior numero degli insetti vivono molte ore nell'aria rarefatta dalla macchina pneumatica; finiscono tuttavia col cadervi in istato di morte apparente; però, anche dopo aver passato alcune ore in questa situazione, essi ritornano alla vita quando si espongano all'aria libera (3). Varii lumaconi non perirono sotto il recipiente della macchina pneumatica che dopo alcuni giorni (4). La morte delle rane e delle salamandre non avvenne che dopo un'ora e mezzo in tre ore (5).

4.^o I pesci ai quali legansi gli opercoli periscono in 15 o 20 minuti; se tiensi loro la bocca aperta, mediante bastoncino, vivono doppio tempo (6). I pesci dorati periscono in mezz'ora ad un'ora e mezzo nell'acqua compiutamente purgata di aria, e le anguille in due ore ed un quarto, secondo Humboldt e Provençal. Il maggior numero degli insetti non tardano ad essere asfissati nell'acqua; ma riprendono vita nell'aria, anche dopo essere rimasti molti giorni in tale stato di morte apparente. Quelli

(1) Bostock, *Versuch ueber das Athemholen*, p. 89.

(2) *Annali d'igiene pubblica e di Medicina legale*: Parigi, 1836, t. XVI, p. 296; t. XVIII, p. 485.

(3) Straus, *Considerazioni sugli animali articolati*, p. 308.

(4) Spallanzani, *Mem. sulla respirazione*, 133.

(5) Edwards, *loc. cit.*, p. 584.

(6) Nasse, *Untersuchungen zur Physiologie*, t. I, p. 478.

che passano la loro vita nell' acqua periscono quando s' impediscano di venir attingere di tratto in tratto aria alla superficie. L' olio di cui si spalmano gli stimmati produce sopra questi animali lo stesso effetto della immersione (1). Vide Carradori alcune rane morire in sette ore nell' acqua di vasi aperti, in 75 minuti in quella di vasi chiusi, dopo 20 minuti nell' acqua in cui un animale della loro specie era già perito, ed in un quarto di ora nell' acqua bollita. Le tartarughe pelagiche si soffocano quando si rattengano per alcun tempo sott' acqua mediante una rete. Gli uccelli periscono prestamente nell' acqua; gli stessi palombai non vi possono rimanere più di alcuni minuti (2); i mammiferi terrestri sono asfissati dopo due in quattro minuti di soggiorno nell' acqua; i cetacei vi rimangono cinque in dieci minuti, o quindici in venti minuti quando cercano il proprio nutrimento (3); le foche, colte sotto il ghiaccio, lo spezzano colle proprie zampe, onde poter mettere la testa fuori dell' acqua, e quando dormono tengono la testa fuori dell' acqua, al pari di tutti gli altri mammiferi marini. Il maggior numero dei palombai di professione non rimangono più di due minuti sott' acqua (4); ma torna possibilissimo che la gravità della colonna di liquido renda il soggiorno nell' acqua di mare più difficile, dappoichè un uomo dotato di forte petto è capace di starsene sommerso in una riviera per circa otto minuti (?) D' altronde, gli uomini, quando non restarono molto più di mezz' ora nell' acqua, possono altresì essere tratti dal loro stato di morte apparente.

(C) 5.° I gas irrespirabili, come l' idrogeno solforato, l' idrogeno carbonato e simili, non sono, secondo Straus (5), tanto nocevoli agli insetti come gli animali vertebrati; non determinano essi spesso altro che un' asfissia, la quale si dissipa all' aria libera. I pesci muoiono, dopo alcune ore nel gas idrogeno puro o mescolato all' acqua; la loro morte risulta più pronta nel gas acido carbonico (6). Le rane cadono in asfissia in quest' ultimo gas, dopo circa nove minuti, mentre che un minuto di soggiorno basta per uccidere i piccioni (7).

II. Le circostanze alle quali si riferisce la intensità del bisogno della respirazione sono relative, o alla specie dell' animale, o alla sua individualità, o ad alcune particolarità esterne.

(1) Trevirano, *Biologia*, t. IV, p. 151.

(2) Edwards, *loc. cit.*, p. 163.

(3) Scoresby, *Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang*, p. 194.

(4) Haller, *Elem. physiol.*, t. III, p. 268. — Froriep, *Notizen*, t. XLVI, p. 6.

(5) *Loc. cit.*, p. 310.

(6) *Mem. della Soc. d' Arcueil*, t. II, p. 394.

(7) Blumenbach, *Kleine Schriften*, p. 89.

1.º Ad un alto grado di organizzazione, quando la vita gode molta attività, e che lo sviluppo del calore è considerabile, il bisogno di aria carica di ossigeno si fa sentire in modo più pressante e la consumazione dell'ossigeno è maggiore. Negli animali inferiori, basta per mantenere la vita, un mediocre conflitto coll'atmosfera, ed una minor quantità di ossigeno nel mezzo ambiente. D'altronde, il volume del corpo influisce altresì sul bisogno di quest'ultimo gas.

2.º Prescindendo da queste circostanze, proviene dal soggiorno cui una specie animale è destinata ad abitare, che senta un bisogno più o meno pressante di respirare; giacchè ogni specie di mezzo serve di soggiorno ad esseri viventi determinati. Ritroviamo altresì qua e là alcune particolarità di organizzazione, le quali fanno che l'animale può far a meno, per qualche tempo, dell'aria o dell'acqua aereata, e che riferiscansi alla disposizione degli organi respiratorii stessi, od a quella del sistema vascolare. Havvene dapprima per la cui virtù il mezzo destinato ad essere respirato può essere ritenuto in certa quantità alla superficie o nell'interno del corpo. Gli idrofili, immergendosi, portano seco alcune bolle di aria, le quali si attaccano ai peli fini e stretti di cui le loro stimate sono fornite. I girini escono dall'acqua colla parte posteriore del loro corpo, sollevano le proprie elitri, in guisa da lasciar entrare disotto l'aria, quindi le abbassano, e rientrano nell'acqua con la provvisione di aria che fecero (1). Certi pesci, per esempio, l'anguilla, rattengono l'acqua nelle loro branchie, quando sono fuori dell'acqua, e possono in tal modo vivere giorni intieri sopra la terra. La capacità del sistema tracheale, negli insetti, permette loro di conservare per qualche tempo, nel loro corpo, certa quantità di aria non decomposta, la quale può servire alla loro consumazione intanto che è loro interdetto il soggiorno dell'atmosfera. I polmoni a grandi cellule dei rettili si comportano nello stesso modo, massime la parte posteriore di quelli dei serpenti, i quali, non ricevendo vasi sanguigni, non possono evidentemente adempiere che l'ufficio di serbatoj di aria. I polmoni dei mammiferi acquatici hanno egualmente la particolarità che le ultime ramificazioni dei bronchi presentano tuttavia un diametro considerabile, sicchè esse contengono proporzionalmente più aria di quello che presentano spazio per la distribuzione dei vasi sanguigni. Per tal guisa in un manati lungo nove piedi, la lunghezza dei polmoni era di tre e questi organi, riempiti di aria, avevano una capacità di oltre mille pollici cubici.

Alcune disposizioni organiche del sistema vascolare permettendo

(1) Trevirano, *Biologia*, t. IV, p. 156.

Burdach, *Vol. IX.*

all'animale di far a meno per alcun tempo della respirazione, impediscono al sangue di affluire in abbondanza negli organi respiratorii, non lascian-
done passare questi altri che una piccola quantità, finchè non agiscono. Per tal guisa, nei cetacei, nelle foche, nelle lontre e nei colimbi, i tronchi delle vene cave sono molto ampî, i loro rami formano reticelli sviluppatissimi, e spesso eziandio il cuor destro è molto spazioso (§. 742, 2.º). Qui il sangue può essere impedito di giungere ai polmoni. Ma altrove, nei rettili, ad esempio, può esserne sviato (§. 967, 6.º, 7.º, 8.º). Ignoriamo tuttavia se analogo ufficio appartenga ai serbatoi del sangue, i quali s'imboccano nella vena cava in certi pesci (1), e che, nei decapodi, nei cefalopodi, nei bivalvi, riuniscono il sangue prima che esso fluisca nelle branchie (2).

3.º Fece Edwards (3), al pari di molti altri scrutinatori, la osservazione che due individui, d'altronde simili, della medesima specie, differiscono molto uno dall'altro, riguardo alla consumazione che fanno di ossigeno, sebbene siano collocati di mezzo alle stesse circostanze, e che i movimenti respiratorii hanno la stessa frequenza in tutti due; la differenza giunge spesso al punto da esservene uno il quale vive tre volte tanto lungamente dell'altro nell'aria rinchiusa. La costituzione, il temperamento, le particolarità della vita animale (§. 978, 1.º) della circolazione (§. 979, 2.º), della digestione (§. 979, 4.º) e delle secrezioni, ne sono le cause valutabili. Neppur riesce senza influenza l'abitudine; un genere di vita sedentario, il soggiorno in aria rinserrata ed impura, la debolezza dei movimenti respiratorii, scemano poco a poco la consumazione e quindi il bisogno di ossigeno.

4.º Spallanzani (4) aveva osservato, che quando il calore è elevato, gli animali patiscono maggior bisogno di respirazione, consumano più ossigeno, e quindi periscono più presto nell'aria rinchiusa. Un bruco, ad esempio, consumò, in cinque ore, 0,01 di ossigeno a due gradi sopra lo zero, e 0,08 a diciassette gradi. Secondo Delaroche (5), l'effetto è men sensibile negli animali a sangue caldo che in quelli a sangue freddo. Tuttavia, secondo Saissy (6), la proporzione della consumazione di ossigeno (calcolata in pollici cubici) alla temperatura di sette gradi, stava a quella che avvenne sotto la influenza di temperatura più elevata : : 3 : 7 nei

(1) Rathke, *Bemerkungen ueber den innern Bau der Pricke*, p. 71.

(2) Meckel, *Archiv fuer Anatomie*, 1828, p. 502.

(3) *Loc. cit.*, p. 186.

(4) *Loc. cit.*, p. 133, 148, 320.

(5) *Nuovo Bollettino della soc. Filom.*, t. III, p. 331.

(6) *Ricerche sugli animali ibernanti*, p. 29.

vespertili; :: 20 : 34 nei moscardini; :: 26 : 80 nei ricci; :: 71 : 107 nelle marmotte. Da siffatta diminuzione dell'assorbimento di ossigeno proviene l'aumento, durante la stagione fredda, degli accidenti ai quali vanno soggetti gli individui colti da cianosi.

Confermò Edwards (1) colle sue esperienze sopra le rane, che quando non evvi il libero esercizio della respirazione polmonare, la vita è mantenuta più alla lunga dalla respirazione cutanea, sotto la influenza del freddo di quello che sotto l'altra del calore. Alcuni pesci perirono altresì tanto più prestamente nell'acqua purgata di aria, quanto maggiormente elevata era la temperatura. Ma Edwards osservò, inoltre, che la stagione e l'abitudine non erano neppur desse senza influenza. Verso il termine dell'autunno, quando il tempo era freddo da già alcuni mesi, e che in conseguenza l'organismo erasi accostumato a minore consumazione di ossigeno, la respirazione cutanea sosteneva la vita delle rane più alla lunga di quello lo facesse nell'inverno, alla stessa temperatura dell'acqua (2). Crede egli poter egualmente concludere dalle sue esperienze, che gli animali a sangue caldo consumano più ossigeno nell'inverno che nell'estate, giacchè rigogoli e calenzuoli o verdoni, rinchiusi in 65 pollici cubici di aria, perirono venti minuti più presto nel mese di gennaio che nel mese di agosto (3). D'altronde, abbiamo già veduto (§. 839, 6.^o) che il calore esterno favorisce la esalazione dell'acido carbonico.

5.^o Giusta le osservazioni di Schubler (4), alcuni sorci perirono 75 minuti più presto nell'aria rinchiusa che era stata elettrizzata, massime positivamente; avevano essi, durante egual tratto di tempo, consumato più ossigeno in quest'aria che in quella la quale era senza elettricità. La morte degli uccelli fu altresì accelerata dalla elettrizzazione dell'aria, ma soltanto di circa sedici minuti, cosa di cui Schubler attribuisce la causa all'essere questi animali destinati a vivere nelle alte regioni dell'atmosfera, che spesso sono grandemente elettriche.

(1) *Loc. cit.*, p. 26.

(2) *Ivi*, p. 35.

(3) *Ivi*, p. 200.

(4) *Gilbert, Annalen, t. XXXIX, p. 336.*

ARTICOLO II.

Rapporti speciali della respirazione coll'organismo.

I. RAPPORTI COLLA VITA ANIMALE.

§. 978. La respirazione ha intime connessioni colla vita animale;

I. E dapprima coll'azione cerebrale.

1.^o Essa influisce sulle funzioni dell'encefalo, non tanto perchè consiste in uno scambio di materiali (§. 847, 7.^o), quanto per eccitare dessa i movimenti a tal uopo necessari (§. 971). Per tal guisa l'arteriotomia dà qualche volta uscita ad un sangue nero negli apoplectici (1). La respirazione risulta più debole durante il sonno (§. 606, 8.^o). Allen e Pepys rimarcano nelle loro esperienze, che gli animali espirano men acido carbonico quando sono colti dalla voglia di dormire. La respirazione si abbassa ancora più durante il torpore invernale (§. 612, 2.^o). Alcuni bruchi i quali consumavano 0,09 di ossigeno in diciotto ore quando godevano della loro piena ed intera vitalità, non ne consumarono più altro che 0,07 al momento in cui stavano per cambiarsi in crisalidi; quando chiudevansi i loro stimmi con olio, perivano, nel primo caso dopo quattro minuti, nel secondo dopo nove soltanto; alcune crisalidi poterono restare due ore sott'acqua senza morire (2). L'esercizio delle facoltà intellettuali storna la vita nervosa dalle funzioni puramente corporali; un uomo immerso nella calma della meditazione ha un respiro debole, appena percettibile, e solo tratto tratto, massime quando il suo pensiero fermasi alcun poco, fa desso una profonda inspirazione; certi studii uniformi e sostenuti possono adunque cagionare l'asma; all'opposto, la respirazione è rapida e frequente ogni volta che il morale e la immaginazione sono eccitate; le inspirazioni risultano profonde e vigorose nella collera e nelle altre passioni stimolanti, brevi e deboli nello spavento, nella tristezza, nel dispiacere.

2.^o La respirazione non è un bisogno tanto imperioso per la vita plastica quanto per la vita animale. I vegetali non richiedono menomamente, un'aria tanto ricca di ossigeno come gli animali, e la loro vita si mantiene assai più alla lunga nei gas irrespirabili. Ogni volta che il conflitto

(1) Magendie, *Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 141. — J. Cruveilhier, *Diz. di Med. e di Chir. prat.*, art. APOPLESSIA, t. III, p. 201.

(2) Spallanzani, *Rapporto dell'aria cogli esseri organizzati*, t. I, p. 24, 41.

coll' atmosfera non accade in maniera mediata (negli entozoi, negli embrioni e negli animali che respirano acqua), evvi limitazione delle funzioni animali, mentre che lo sviluppo di queste ultime apporta la necessità di una respirazione più libera. L' effetto dei gas irrespirabili, mancanti di ossigeno libero, si manifesta specialmente mediante il disordine dei sensi, delle facoltà intellettuali, e del movimento volontario (§. 976, 3.°, 4.°). L' azione cerebrale sta sotto la dipendenza di un sangue perfettamente arterializzato, in conseguenza della respirazione (§. 743, 3.°), ned è raro, nelle malattie, vedere gli individui festevoli e sgarbati, atti o no a dispiegare i mezzi del proprio spirito, secondo che la loro respirazione è libera od angustata, e che il predominio appartiene al sangue arterioso od al sangue venoso. Negli animali il cui sangue arterioso è mescolato al sangue venoso (§. 967, 4.°, 8.°) il cervello, meno attivo, sembra non abbisognare di sangue arterioso puro, e, per ciò stesso, poter meglio sopportare una lunga interruzione della respirazione. Qui pure ritroviamo gli effetti della mancanza di aria sulla vita animale. Le rane vivono sott' acqua corrente perchè la loro pelle, che respira acqua, fa l' ufficio dei polmoni; ma i loro sensi vi sono ottusi, ed i loro movimenti di somma lentezza (1).

II. Il movimento volontario è pure connesso alla respirazione.

1.° Non solo esso accelera ovunque i movimenti respiratorii, ma inoltre accresce la esalazione di acido carbonico (§. 847) e l'assorbimento di ossigeno. Durante il riposo, Seguin (2) consumava 1210 pollici cubici di gas ossigeno per ora; siffatta consumazione ascendeva a 3200 pollici cubici quando ascendeva un' altezza di 613 piedi, carico di un fardello di 15 libbre, ed anche a 4600 quando egli davasi a siffatto esercizio durante la digestione. Un uomo che si tiene tranquillo può, dopo aver fatto una profonda inspirazione, restare uno o due minuti senza respirare; ma non lo può più di un minuto se diasi a movimenti che richiedano sforzi. Sembra giusta tutto questo, che ad ogni dispiegamento dell' azione muscolare, la quantità di sangue arterioso che passa allo stato venoso sia più considerabile.

2.° Il movimento volontario ha per condizione l'affluenza del sangue arterioso (§. 743, 4.°), d' onde avviene essere altresì la respirazione la condizione della forza muscolare. Lo sviluppo degli organi respiratorii, nella serie animale, sta in ragione diretta della facilità e della velocità del movimento volontario. Se la forza muscolare cresce mediante l' esercizio,

(1) Edwards, *loc. cit.*, p. 65.

(2) Storia dell' Accad. delle scienze, 1789, p. 575.

questo effetto è in parte dovuto alla energia che quest' ultimo fa acquistare alla respirazione. Allorquando la respirazione si compie in maniera incompiuta, per esempio, nella cianosi, i muscoli sono sottili e senza forza, da un lato perchè si forma troppo poca fibrina, e dall'altro pel motivo che le qualità stimolanti del sangue non risultano abbastanza sensibili. Formavasi Hall (1) una falsa idea della irritabilità quando pretendeva che essa stasse in ragione inversa della forza della respirazione; la persistenza della irritabilità dai muscoli dopo la morte, non è effettivamente altro che una prova della tenacità della vita (§. 626, II), e se dessa è più considerabile allorquando la respirazione si eseguisce in modo incompiuto, questi due fenomeni non annunciano che una sola cosa, vale dire, non essere la vita in generale, e specialmente la vita animale, ancora pervenute ad alto grado.

Ma la respirazione annuncia tuttavia le sue connessioni intime col movimento volontario mediante la influenza meccanica esercitata sopra di esso.

3.° Dapprima, l'aria introdotta e ritenuta nella economia, o da essa separata, scema la gravità specifica del corpo, e facilita così la locomozione. Tale è l'effetto dei serbatoi di aria situati sopra la cavità digerente, in molti acaleffi. Le trachee sparse per tutto il corpo danno agli insetti la leggerezza di cui abbisognano per volare, e siccome, durante il volo, sono principalmente le stimate situate al petto che compiono la respirazione, l'aria si porta in maggior copia nelle ali che nelle altre parti. Analogo risultato dipende, negli uccelli, dalla lunghezza quasi sempre considerabile della trachea-arteria, dalla situazione dei polmoni nella parte superiore del corpo od alla superficie dorsale, e dalla loro comunicazione tanto coi sacchi aerei quanto coll' interno degli ossi. La energia del volo è proporzionata allo sviluppo di queste condizioni, e siccome gli uccelli non possono respirare tanto compiutamente quando volano, l'aria accumulata nei sacchi aerei sembra, passando nei polmoni per effetto della compressione, supplire alla mancanza di ammissione dell'aria esterna; giacchè, allorquando dopo aver legato la trachea apronsi i sacchi ad aria del ventre, oppure si tagli l'osso della coscia o quello del braccio, la respirazione si eseguisce durante ancora qualche tempo per questa via (2). Tutti siffatti prolungamenti dei polmoni non sono che serbatoi di aria, i quali aiutano il movimento; infatti, vi si osservano pochissimi vasi, e non ne ritorna

(1) Hecker, *Literarische Annalen der Heilkunde*, t. XXXV, p. 489.

(2) Hunter, *Observations on certain parts of the animal economy*, p. 82.

mica sangue arterioso, ma soltanto sangue venoso. Vedemmo già che la parte posteriore dei polmoni dei serpenti, che ha la forma di un sacco e non riceve vasi, non è egualmente che un serbatoio di aria, il quale serve alla nutrizione, od in caso di bisogno, a mandare aria nella porzione respirante dell'organo. Puossi dire lo stesso della vescica natatoia dei pesci colla sola differenza che l'aria da essa contenuta è separata dal sangue (§. 817, 7.^o), massime allorquando un vuoto si produce nel suo interno in conseguenza della espansione che l'animale gli fa acquistare imprimendo alle sue costole un movimento che somiglia a quello della inspirazione e che ingrandisce la cavità del corpo. Situata nella faccia superiore o dorsale del corpo, la vescica natatoia favorisce il nuoto, principalmente l'ascensione nell'acqua, e quando, compressa dai muscoli laterali del tronco, essa condensa l'aria contenuta nel suo interno o la costringe escire pel condotto aereo, rende la discesa più facile all'animale. I pesci che vivono nel fondo dell'acqua, hanno una vescica natatoia più piccola di quella dei pesci che muovonsi velocemente e che frequentano gli strati superiori del liquido. In quelli che si tengono nel fango, o che possiedono gran forza muscolare, tanto nelle natatoie quanto nella coda, o che, avendo il corpo piano e nuotando orrizzontalmente, presentano all'acqua larga superficie, quest'organo, che allora sarebbe inutile, non esiste mica (1).

La struttura spugnosa dei polmoni nei batraci, nei sauriani e nei cheloniani, ed il gran diametro delle ramificazioni bronchiali nei cetacei, sono egualmente circostanze favorevoli al nuoto. L'aria contenuta nel corpo dell'uomo contribuisce pure a facilitargli l'esercizio della facoltà di nuotare (§. 836, 2.^o); in esso, il nuoto suppone eziandio certa inspirazione preventiva.

4.^o Esistono alcuni animali nei quali il movimento respiratorio è ad un tempo movimento locomotore. Nelle meduse, questi due movimenti coincidono insieme, nelle alternative di espansione e di contrazione del corpo. Le oloturie inoltransi nel mare scacciando dall'ano cert'acqua cui introdussero nel loro organo respiratorio, di cui un ramo principale è unicamente destinato a quest'uso, dappoichè, non ricevendo vasi sanguigni, esso non può servire alla respirazione. Sonvi certi organi respiratorii esterni che esercitano, fin a certo punto, l'ufficio di organi locomotori; tale è il caso delle branchie in forma di natatoie che scorgonsi nei pteropodi, e delle branchie lamellate, moventesi una presso l'altra, cui riscontrasi in alcune larve acquatiche d'insetti. Gli organi respiratorii dei crostacei

(1) Schweigger, *Giornale*, t. I, p. 138.

pigliano parte alla funzione delle membra, od almeno si avvicinano ad essi sotto l'aspetto della conformazione e della situazione, locchè accade eziandio in molti anelidi. Senza contare che il più libero di tutti i movimenti, quello che produce la voce, parte dagli organi della respirazione, e che la laringe serve di serbatoio all'aria pel suo adempimento, i muscoli respiratorii della periferia del corpo si contraggono negli sforzi, nel tempo stesso che la glotta si chiude.

II. RAPPORTI COLLA VITA PLASTICA.

§. 979. Le funzioni plastiche hanno strette relazioni colla respirazione.

I. E specialmente fra la circolazione e questa funzione che esistono intimi rapporti.

1.^o La circolazione è determinata dalla respirazione (§. 764). Infatti, durante la inspirazione, il sangue del sistema delle vene cave si reca in maggiore abbondanza verso i polmoni, tanto perchè esso viene attratto dall'aria atmosferica che s'introdusse in questi organi, come pel motivo che l'ampliamento delle ramificazioni bronchiali gli permette di trovare maggior spazio nei vasi capillari. Il sangue rimane altresì più alla lunga in questi ultimi, non solo per effetto di disposizioni meccaniche, ma eziandio pel motivo che abbisogna di certo tratto di tempo per saturarsi di ossigeno; allorquando si riempì di aria i polmoni di un cadavere, le iniezioni, come osservarono Home (1) e Defermon (2), non passano più dalle arterie dell'organo nelle vene come facevano prima. Accade l'inverso durante la espirazione; i polmoni, contraendosi, spingono il sangue cui il suo conflitto coll'atmosfera rese arterioso; giacchè la circolazione, considerata in generale, consistendo in un'attrazione ed in una ripulsione che posano sopra affinità chimico-dinamiche (§. 775, 1.^o), il sangue stagna nei polmoni quando l'affinità che esso ha per l'atmosfera trovasi diminuita o distrutta dal miscuglio con sostanze indifferenti (§. 744). Per tal guisa, allorquando la mancanza di aria atmosferica, o la presenza di un gas irrespirabile gli impedisce di comportare la metamorfosi cui deve incontrare nei polmoni, non è più ricondotto, o non lo è più convenevolmente, dalle vene polmonari, e la circolazione si ferma. Da ciò proviene che, massime quando l'asfissia accade in maniera subitanea ed in individuo, la cui vita godeva di sua piena ed intiera attività, trovansi i polmoni, il tronco

(1) *Lectures on comparative anatomy*, t. V, p. 124.

(2) *Bollettino delle sc. med. di Ferussac*, t. XIV, p. 19.

dell'arteria polmonare, il cuore destro ed il sistema delle vene cave ingorgati di sangue; questa pletora parziale si appalesa specialmente nella testa, mediante l'accendimento della faccia, il gonfiamento e la procidenza della lingua, la protuberanza degli occhi fuori delle orbite, la ripienezza delle vene e dei seni del cervello. Se l'asfissia si stabilisce poco a poco, il cuore sinistro può ancora attrarre il sangue dai polmoni mediante la sua diastole, sicchè la circolazione continua per qualche tempo, ed i fenomeni testè esaminati sono meno visibili. L'azione del cuore sinistro può altresì essere affievolita dal sangue rimasto venoso. Trovò Alison (1), in un coniglio a cui egli aveva fatto inspirare azoto finchè la respirazione divenne difficile, e cui poscia uccise, il cuor destro ingorgato di sangue al pari che l'arteria polmonare, il movimento di questa metà dell'organo assai indebolito, e quello della metà sinistra quasi intieramente abolito. Nondimeno siffatta esperienza prova poca cosa, e, in ogni caso, l'affievolimento del cuore non è che una circostanza di secondo ordine (§. 743, 2.º).

2.º I polmoni si distinguono per la loro ricchezza di sangue, giacchè sono destinati a metamorfizzare la massa intiera di questo liquido, ed in uno stesso tratto di tempo il cuore destro ne invia loro altrettanto quanto il cuor sinistro ne fa alla sua volta pervenire a tutto il resto del corpo (§. 716, 4.º). Sono dessi più frequentemente attaccati da infiammazione che qualunque altro organo; quindi nulla di più comune quanto il riscontrarvi, coll'apertura dei cadaveri, traccie di flemmasia, e specialmente delle aderenze della pleura, anche negli individui, i quali non avevano offerto, durante la loro vita, verun sintomo patente di malattia. La infiammazione accresce molto più altresì il volume di questi organi a preferenza di quello di qualunque altro, e la febbre che l'accompagna è infinitamente più gagliarda. Acciocchè la respirazione sia compiuta, bisogna che il sangue e l'aria s'incontrino in quantità bastevole nel viscere; essa è incompiuta e difficile allorquando il sangue vi affluisce troppo, o non vi affluisce bastantemente, in proporzione all'aria (2). In questo ultimo caso, secondo Bichat, fluisce sangue nero nel cuore sinistro (3). Assicura Wedemeyer (4) succedere spesso ad una grande emorragia di non isconvolgere la circolazione nei polmoni, sebbene essa l'abbia già fermata in altri organi; ma Blundel (5) e Piorry affermano che essa rende la respirazione difficile,

(1) *Valentin, Repertoria, t. II, p. 241.*

(2) *Andral, Compendio d'anatomia patolog., t. I, p. 82.*

(3) *Ricerche sulla vita e sulla morte, p. 183.*

(4) *Meckel, Archiv fuer Anatomie, 1828, p. 350.*

(5) *Researches physiological and pathological, p. 70.*

irregolare, sospirosa e finalmente stertorosa. D'altra parte, l'afflusso di troppa copia di sangue verso il petto opprime la respirazione, e, nell'apoplessia polmonare, ove l'asfissia è prodotta dalla eccessiva ripienezza dei polmoni, trovasi il tessuto di questi ultimi di color più carico e più denso, oltre esservi sangue stravasato nelle cellule acree (1). D'altronde, quando la circolazione si accelera, e che maggior copia di sangue assume il carattere venoso in un determinato tempo, il movimento respiratorio diviene più gagliardo, e, giusta le esperienze di Davy (2), aumenta la consumazione di gas ossigeno.

II. La digestione e la respirazione, che rappresentano le due principali circostanze della formazione del sangue, non sono, in ultima analisi, che parti di un tutto, conducendo la prima all'organismo quanto deve fare l'ufficio di base, ed operando l'altra la trasformazione di questa base per ossidazione. Evvi fra esse lo stesso rapporto che tra il principio e la fine, l'incominciamento ed il compimento, ciò di cui la configurazione organica offre il simbolo negli animali inferiori, ove i vasi sanguigni hanno le loro radici nell'intestino, e le loro ramificazioni nelle branchie. Ad un grado più elevato della scala animale, gli organi delle due funzioni sono più strettamente uniti insieme, tanto per riguardo alla loro disposizione materiale, quanto sotto quello della loro attività vitale e della simpatia che esiste fra essi.

1.º I movimenti respiratorii favoriscono meccanicamente la digestione, giacchè il diaframma ed i muscoli addominali vengono in aiuto dei movimenti che compiono e la digestione e la eiezione. Ma la respirazione influisce altresì sopra la essenza stessa della digestione; giacchè l'appetito e la facoltà digerente crescono in un'aria atmosferica pura, quando gli organi respiratorii compiono convenevolmente le loro funzioni, mentre che essi diminuiscono allorquando il sangue si ravvicina maggiormente al carattere venoso. Osservò Krimer (3) che la digestione delle rane era proporzionata alla quantità di ossigeno contenuta nel mezzo ambiente.

2. Una digestione più attiva determina, alla sua volta, una respirazione più potente. Sorg e Rengger riconobbero che dopo aver mangiato copiosamente, gli insetti, non solo respirano maggiormente, ma inoltre periscono più presto in un'aria rinchiusa od irrespirabile, locchè annuncia

(1) J. Cruveilhier, *Anatomia patologica del corpo umano*, 3.º fascicolo in foglio, con tavole colorate.

(2) *Untersuchungen ueber das Athmen*, t. II, p. 96.

(3) *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 41.

una consumazione più considerabile ed un bisogno più pressante del gas ossigeno. La esalazione del gas acido carbonico (§. 840, 5.º) e la consumazione di ossigeno atmosferico aumentano durante la digestione. Seguin, nello spazio di un'ora, consumava 1210 pollici cubici di quest'ultimo gas quando era a digiuno, e 1800 in 1900 durante il lavoro della digestione (1).

III. D'altronde, la respirazione non è neppure senza influenza sopra la nutrizione (§. 843, 8.º), e sopra la secrezione (§§. 843, 9.º, 10.º; 846, 16.º), in particolare della pelle (§. 846, 6.º), dei reni (§. 846, 10.º) e del fegato (§. 846, 14.º).

CAPITOLO III.

Essenza della respirazione.

§. 980. Esaminiamo ora la respirazione nel suo complesso.

I. È evidente che, sotto l'aspetto materiale, è un'operazione generale, vale dire, non appartiene in ispecialità nè all'organismo, nè alla vita, nè a verun organo determinato.

1.º La sostanza inorganica, in virtù dell'affinità di cui è dotata, assorbe una quantità determinata, vale dire bastevole per la sua saturazione, del gas che la circonda, e quando essa trovasi immersa in un miscuglio di gas, attrae più degli uni, meno degli altri, assorbendo d'altronde l'ossigeno di preferenza nell'aria atmosferica. La forza con cui essa trattiene i differenti gas varia pure, od, in altri termini, essa non se li lascia togliere tutti colla stessa facilità. L'acqua (§. 882, 1.º, 2.º) assorbe proporzionalmente al suo volume, circa 1000 di gas acido carbonico, 0,050 di gas ossigeno, 0,027 in 0,050 di aria atmosferica, 0,016 di gas azoto, e 0,015 di gas idrogeno. S'impadronisce dei principii costituenti dell'atmosfera in proporzioni, le quali non sono ovunque identiche. L'aria assorbita dall'acqua di riviera conteneva, secondo Thomson (2), 0,290 di gas ossigeno e 0,710 di gas azoto; secondo Provençal ed Humboldt (3), 0,306—0,315 di gas ossigeno, 0,634—0,657 di gas azoto, e 0,060—0,110 di gas acido carbonico. Quest'acqua toglieva dunque all'atmosfera più ossigeno che azoto, ed essa gliene sottrava tanto più con quanta maggior rapidità fluisce, e più lungo risulta il suo corso. Lo trattiene altresì con assai maggior forza;

(1) *Storia dell'Ac. delle scienze*, 1789, p. 575.

(2) *Giornale di chimica medica*, 2.ª serie, t. III, p. 57.

(3) *Mem. della Soc. d'Arcueil*, t. II, p. 381.

puossi spogliarnelo compiutamente, mediante certa prolungata bollitura al coperto dal contatto dell'aria atmosferica. Quando l'acqua è carica di gas acido carbonico che si svolge dai minerali, assorbe men principii costituenti dell'atmosfera: trovò Henry che l'aria contenuta nell'acqua di pozzo si componeva di

acido carbonico	0,711
ossigeno	0,098
azoto	0,191

L'aria mescolata coll'acqua, alla profondità di 2500 piedi, non conteneva più, secondo Biot (1), che 0,08 di ossigeno, mentre che l'azoto vi si elevava a 0,92; il primo di questi due gas era stato probabilmente consumato dalla respirazione degli animali marini.

Le terre assorbono l'ossigeno dell'atmosfera, ed in diverse proporzioni. Secondo Schubler (2) mille grani delle seguenti sostanze, rinchiusi in 15 pollici cubici di aria atmosferica, assorbirono di ossigeno, in trenta giorni:

sabbia quarzosa	pollici cubici, 0,24
gesso	— — 0,40
sabbia calcarea	— — 0,84
argilla	— — 1,59
carbonato di calce	— — 1,62
terra di giardino	— — 2,60
terriccio	— — 3,04.

I fenomeni furono gli stessi come nella respirazione, vale dire la umidità fu una delle condizioni dell'assorbimento (§. 973, 2.^o), il calore accrebbe quest'ultimo (§. 977, 10.^o), ne vi ostarono alcuni strati sottili di terra o di acqua (§. 973, 6.^o).

2.^o Qualunque sostanza organica morta assorbe l'ossigeno dell'atmosfera, ed esala acido carbonico (§. 882, 4.^o). Tutti i vegetali, il loro carbonio specialmente, operano in tal modo. Quest'ultimo attrae l'acido carbonico con maggior avidità dell'ossigeno, ma opera con infinitamente minor forza sopra l'azoto. Dimostrò Spallanzani (3) che gli animali morti

(1) Gilbert, *Annalen*, t. XXVI, p. 474.

(2) Schweigger, *Giornale*, t. XXXVIII, p. 143.

(3) *Rapporti dell'aria coi corpi organizzati*, t. II, p. 258.

e tutte le loro parti attraggono l'ossigeno dall'atmosfera; era la consumazione più considerabile quando la sostanza animale era stata affettata, in guisa da presentare più superficie (§. 964, 2.^o), ed essa lo era più egualmente sotto l'influenza del calore (§. 977, 10.^o); nondimeno, non pareggia quella che avviene nella respirazione. Così, ad esempio, vermi terrestri, i quali, durante la loro vita, avevano consumato tutto il gas ossigeno dell'aria in cui tenevansi racchiusi, non ne assorbirono più che 0,10 dopo la morte, e 0,70 quando caddero in putrefazione (1). Alcuni lumaconi morti ne assorbirono tre in quattro volte meno che lumaconi vivi (2). Nondimeno questa regola patì talvolta alcune eccezioni (3).

3.^o Riconosceva Magendie che tutti i rami venosi possono respirare allorché entrano in contatto coll'atmosfera, e che i polmoni sono unicamente a tal uopo meglio organizzati di qualunque altro organo. Sostenne egualmente Arnold (4) che la respirazione, al pari della digestione (§. 955, 1.^o) si estende al di là dei suoi organi propriamente detti. Per dir vero, fuori dei polmoni, il sangue arterioso contenuto nei vasi capillari si trasforma ovunque in sangue venoso, ma siffatta conversione accade soltanto perchè qui gli organi esercitano maggior azione sopra di esso. Così Wedemeyer vide (5), nelle rane, il sangue delle vene mesenteriche non divenire vermiglio, al contatto dell'aria atmosferica, se non quando cessava di fluire, vale dire quando non eravi più conflitto vivente fra esso e la sostanza organica circconvicina. Trovasi ancora, nell'uomo e nei mammiferi, tracce della respirazione cutanea (§. 965), che accade negli animali inferiori. Abernethy (6) tenne la sua mano immersa, sotto il mercurio, entro un vaso pieno di aria, la cui capacità era di sette oncie di acqua; un sesto del gas ossigeno contenuto nell'aria era scomparso dopo cinque ore, un quarto dopo nove, e la metà in capo a dodici; tra i differenti gas, l'ossigeno fu quello che trovossi assorbito con maggior forza; vennero poscia l'acido carbonico, l'ossido di azoto, l'idrogeno, ed in ultima l'azoto. Tenne Sorg per quattro ore il suo braccio entro un vaso pieno di gas ossigeno, e trovò poscia che i due terzi di questo gas erano scomparsi. Se immergesi un animale, fin alla testa, entro idrogeno solforato, trovasi quindi questo gas

(1) *Ivi*, P. I, p. 7.

(2) *Spallanzani*, *Mem. sulla respirazione*, p. 81.

(3) *Rapporto dell'aria coi corpi organizzati*, t. I, p. 63, 115.

(4) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 200.

(5) *Untersuchungen ueber den Kreislauf des Blutes*, p. 243.

(6) *Chirurgische und physiologische Versuche*, p. 117, 128.

nel tessuto cellulare sottocutaneo e nel sangue, come osservarono Emmer (1) e Lebkuchner (2).

Sebbene non siavi vera respirazione intestinale nei mammiferi (§. 966, 4.^o), e che, secondo Bichat, il sangue dei vasi di un'ansula intestinale piena di aria atmosferica o di ossigeno non cambi colore, tuttavia il canale digerente esala alcuni gas (§. 817, 3.^o) e ne assorbe altri. Allorquando Foderà (3) aveva introdotto idrogeno solforato in un'ansula d'intestino di coniglio legata alle due estremità, la morte avvenne di mezzo ai sintomi dell'avvelenamento, e non trovavasi più gas nell'intestino. Alcuni cani nel cui retto Wedemeyer (4) aveva iniettato gas idrogeno solforato, perirono presentando tutti i sintomi dell'asfissia.

L'uno e l'altro osservatore ottennero eguale risultato dopo avere spinto gas idrogeno solforato nella cavità addominale o nel tessuto cellulare di un animale.

L'aria atmosferica che G. Davy (5) aveva soffiata in una delle pleure di un cane, si componeva, 48 ore dopo, di 0,93 azoto e 0,03 ossigeno; un miscuglio di 0,200 di acido carbonico, 0,632 di azoto e 0,168 di ossigeno, iniettato egualmente nella pleura di altro cane, si componeva, dopo 48 ore, di acido carbonico 0,183, azoto 0,783 ed ossigeno 0,034. Qui adunque parimenti l'ossigeno era stato assorbito in maggior quantità dell'acido carbonico, e questo in maggior proporzione dell'azoto. Osservò Davy altresì l'assorbimento del gas idrogeno e del gas ossido di azoto. Dice Segalas aver osservato che gli animali di cui legasi la trachea, muoiono più tardi allorquando apresi loro la cavità pettorale, in modo da porre la superficie esterna dei polmoni a contatto coll'aria atmosferica; egli aggiunge che la morte è pure alquanto ritardata dalla esposizione all'aria dei visceri addominali o dal togliimento della pelle (6).

II. Giusta tutto questo, la respirazione è determinata dall'affinità delle sostanze.

1.^o I diversi gas si riuniscono in un miscuglio omogeneo, fenomeno al quale non si oppone una membrana animale tesa fra loro, giacchè l'attrazione che essi esercitano gli uni sugli altri fa che essi l'attraversano (§. 882, 2.^o). Sebbene quest'attrazione sia reciproca, sonvi però certi gas

(1) *Tuebinger Blaetter*, t. I, p. 97.

(2) *Archivii generali*, t. VII, p. 424.

(3) *Ricerche sull'assorbimento*, p. 12.

(4) *Loc. cit.*, p. 445.

(5) *Philos. Trans.*, 1823, p. 500.

(6) *Giornale di Magendie*, t. IV, p. 289.

che la esercitano con maggior forza di altri. Secondo Faust, il gas acido carbonico viene attratto dall'aria atmosferica, e l'ossigeno dall'azoto (1). Pretende Stevens che l'ossigeno attragga pure l'acido carbonico (2), per modo che una porzione d'intestino od il polmone di un coniglio, cui empiesi del primo di questi gas, e che sospendesi nell'altro, si avvizzisce sopra sè stesso, mentre che nel caso opposto essa si gonfia fin al punto di crepare.

2.º Una sostanza solida o liquida assorbe un gas con cui essa ha dell'affinità; ma se contiene già un altro gas, esala più o men gran copia di quest'ultimo; per tal guisa, mentre che altre terre non fanno che assorbire ossigeno nell'aria atmosferica, il terriccio lascia inoltre scappare acido carbonico. Introducendo acqua carica di aria atmosferica nel gas ossigeno, essa assorbe ossigeno ed esala azoto; nella guisa stessa che, nel gas azoto, assorbe azoto e lascia scappare alquanto del suo ossigeno (3).

3.º Pari cosa avviene col sangue tratto dai vasi. Le ricerche di Hoffmann (4) ne insegnarono aver questo liquido tanta affinità pei gas mescolati con esso, da lasciarne scappare pochissimo sotto il recipiente della macchina pneumatica, mentre ne somministra di più quando lo si agiti con altra specie di gas. Caricato di acido carbonico, esso ne esala se lo si agiti con aria atmosferica; impregnato di quest'ultimo, abbandona ossigeno nel gas acido carbonico. L'azoto toglie, mediante la succussione, del gas ossigeno al sangue arterioso, e del gas acido carbonico al sangue venoso. Ogni specie di sangue manifesta tanta maggior affinità per un gas, quanto meno essa ne contiene; secondo Enscht (5), il sangue venoso assorbe più ossigeno e men acido carbonico del sangue arterioso; quando caricossi il sangue di acido carbonico, trovasi che questo aderisce con maggior forza al sangue arterioso, e che non se ne lascia tanto compiutamente svolgere come dal sangue venoso (6). L'ossigeno è fra tutti i gas quello che il sangue attrae con maggior forza, e che ne svolge altresì più acido carbonico. Sotto quest'ultimo aspetto l'aria atmosferica viene immediatamente dopo di esso; il gas idrogeno opera più debolmente ed il gas azoto con men forza ancora (7).

(1) *Froriep, Notizen*, t. XXVII, p. 118.

(2) *Philos. Trans.*, 1835, p. 350.

(3) *Trevirano, Biologia*, t. IV, p. 201.

(4) *Froriep, Notizen*, t. XXXVIII, p. 252.

(5) *Diss. de respirationis chymismo*, p. 80, 92.

(6) *Enscht, Diss. de respirationis chymismo*, p. 173.

(7) *Ivi*, p. 146.

4.° Accade analogo scambio, come l'abbiamo già detto, nella respirazione di gas diversi dall'aria atmosferica; l'animale che respira acido carbonico od idrogeno, espira azoto ed ossigeno (§. 841, 1.°, 2.°, 9.°); quello che inspira ossigeno espira azoto (§. 841, 5.°), e l'altro che inspira azoto espira ossigeno (§. 841, 7.°).

5.° Siamo adunque pienamente in diritto di ammettere che la respirazione normale consiste in uno scambio di gas tra il sangue e l'atmosfera, proposizione cui noi abbiamo sviluppata (§§. 817, 1.°; 882, 2.°, 6.°), che Testa supponeva già fin a certo punto, e che fu riconosciuta nella maniera più formale da Trevirano (1), Faust (2), Hoffmann e Magno (3). Osserva Hoffmann che l'azoto atmosferico, il quale penetra molto più difficilmente che l'ossigeno attraverso una membrana animale, non può giungere nel sangue che dopo essere stato quest'ultimo gas compiutamente assorbito, ma che il suo ufficio, nella respirazione, consiste ad attrarre l'acido carbonico del sangue. Crede Contanceau (4) che l'ammissione dell'ossigeno non possa provenire da un'affinità tra il sangue e l'aria, dappoichè essa rimane sempre la stessa, qualunque sia la proporzione del gas nell'aria inspirata; tuttavia da ciò potrebbesi soltanto concludere, che esisterebbe un punto di saturazione cui il sangue tenderebbe in ogni circostanza a raggiungere.

6.° La proposizione testè emessa rischiarà certe particolarità cui osservansi nella respirazione. Siccome le cavità buccale e nasale, la laringe e la trachea, con tutte le sue ramificazioni, hanno una capacità di circa cinquanta pollici cubici di aria, ma che ad ogni respirazione l'uomo non inspira ed espira che dieci in venti pollici cubici di aria, lo scambio non può cadere che sull'aria contenuta in queste vie, e non si estenderebbe mica agli 80 in 120 pollici cubici di aria che entrano del continuo nei polmoni. Avendo però i differenti gas la proprietà di mescolarsi uniformemente insieme, il miscuglio accade egualmente nei polmoni e nelle vie aeree.

Dieci oncie di sangue assorbono, ora 0,57, ed ora 1,4 pollice cubico di gas ossigeno; questa differenza proveniva principalmente, secondo la osservazione di Christison (5), dal carattere più o men venoso del liquido. Allorquando il sangue arterioso divenne men venoso a motivo

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV, p. 31. — *Die Erscheinungen des Lebens*, t. I, p. 361.

(2) *Froriep, Notizen*, t. XXVII, p. 120.

(3) *Gilbert, Annalen*, t. CXVI, p. 589.

(4) *Rivista delle nuove dottrine*, p. 116.

(5) *Archivii generali*, t. XXVII, p. 242.

dell' acceleramento della respirazione, non ha desso neppure tanta affinità per l' ossigeno come quando esso flui con più lentezza nei vasi capillari, e che il suo conflitto colla sostanza organica circondante gli fece comportare una metamorfosi più profonda.

Se il sangue fu caricato di aria per infusione (§. 744, I), non ha più affinità per l' ossigeno atmosferico, e la morte avviene, non già come ammette Magendie (1), perchè si raccolse aria nelle cavità destre del cuore, ma pel motivo che il sangue non si arterializza più nei polmoni, ed in conseguenza diviene stagnante. Trovasi allora del sangue brunoastro nel sistema aortico, anche quando i movimenti respiratorii non furono disordinati (2). La infusione di sostanze indifferenti opera in pari modo (§. 744, VI); dopo quella dell' olio di oliva o di materia cerebrale disciolta, l' animale morì, presentando tutti i sintomi di grande oppressione di respiro; i polmoni rigurgitavano di sangue color oscuro e viscoso, ed il sangue era nero nel sistema aortico (3).

7.° È pure per uno scambio di gas che accade la respirazione nell' acqua. Le esperienze di Dutrochet (4) ne insegnano che, introducendo nell' acqua una cavità a pareti permeabili che racchiuda un miscuglio di ossigeno di azoto e di carbonio, alcuni gas si portano da questa cavità all' esterno, e dall' esterno nella cavità, finchè la proporzione sia la stessa all' interno ed all' esterno. Le branchie degli insetti acquatici contengono, al pari delle loro trachee, dell' aria la quale perdette porzione del suo ossigeno, e che risulta carica di acido carbonico; tolgono esse adunque dell' aria all' acqua, ma le sottraggono proporzionalmente più ossigeno, esalando acido carbonico ed azoto, se quest' ultimo esiste in eccesso, sicchè l' aria che esse contengono diviene simile a quella che è mescolata coll' acqua.

III. Il sangue carbonoso dell' arteria polmonare attrae l' aria più ricca in ossigeno, e la pressione atmosferica sostituisce con un' aria più densa quella che il calore dilatò nell' interno dei polmoni; d' altro lato, l' atmosfera, per virtù della sua affinità pel gas acido carbonico, attrae a sè quello che contiene il sangue. Ma l' organismo influisce colla sua spontaneità sopra di queste operazioni, le quali compionsi alla sua periferia, e che sono il risultato di affinità chimiche; assiste esso, mediante movimenti

(1) *Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 59.

(2) *Nysten, Ricerche di fisiologia*, p. 44.

(3) *Magendie, Lezioni sui fenomeni della vita*, t. I, p. 139, 151.

(4) *Mem. per servire alla storia anat. e fisiolog. dei vegetali e degli animali*.
Parigi, 1837, t. II, p. 417.

proprii all' esercizio di questa mutua attrazione, in maniera che siano sempre nuovo sangue venoso e nuova aria atmosferica che entrino in conflitto insieme. Il movimento della respirazione rende più considerabili e la esalazione di acido carbonico e l'assorbimento di ossigeno. Osservò Bichat, in animali ai quali esso aveva legata la trachea, che il sangue compariva più tardi venoso nel sistema aortico, quando agitavano fortemente il petto, atteso che queste scosse moltiplicavano i punti di contatto tra l'aria ed i suoi canali. Le attrazioni dal lato del sangue e dal lato dell'atmosfera si favoriscono reciprocamente, si esercitano nello stesso tempo una e l'altra, e possiedono anche in parte l'ufficio di condizione determinante una riguardo l'altra; ma il movimento vivente, che ovunque si manifesta mediante opposizioni alternanti, imprime altresì il suo carattere al cambiamento operato nella materia, di modo che la forza attrattiva del sangue e l'assorbimento di ossigeno predominano durante l'inspirazione, mentre che, durante la espirazione, è l'azione dell'atmosfera sull'acido carbonico del sangue che primeggia. Questo ritmo della respirazione è prodotto dalle alternative di azione di forze muscolari antagoniste; nella inspirazione, la preponderanza appartiene all'organismo, e la periferia animale entra in azione coi suoi muscoli, i quali dilatano, allargano, presiedono alla ingestione, mentre che, durante la espirazione, l'azione che supera è quella dei muscoli costrittori, otturatori, particolarmente consacrati alla vita plastica. Ma la impulsione, da un lato come dall'altro, parte dal sistema nervoso, in cui bisogna cercare la causa del ritmo.

1.° Martine e Boerhaave (1) eransi limitati alla spiegazione del movimento respiratorio. Questo movimento proviene, secondo Martine, da ciò che il nervo diaframmatico, compresso dai polmoni, di cui la inspirazione accrebbe il volume, non può più agire sul diaframma che si rilassa. L'attribuiva Boerhaave al non passar, durante la inspirazione, sangue dai polmoni nel sistema aortico, sicchè il cervello, mancando di questo liquido, cessa di agire sopra i muscoli inspiratorii.

2.° Altri cercarono specialmente di spiegare il movimento della inspirazione. Ammetteva Roose (2) che il cervello, in cui evvi più sangue, e che in conseguenza risulta più stimolato, durante la espirazione, sollecita i muscoli ad esercitare il movimento da cui dipende la inspirazione e che siccome esso riceve men sangue durante quest'ultima, cessa altresì la sua azione sopra questi muscoli, locchè induce la espirazione. Secondo Muller,

(1) *Haller, Elem. physiolog., t. III, p. 261.*

(2) *Anthropologische Briefe, p. 115.*

la midolla allungata viene eccitata, dal sangue arterioso che giunge nella sua sostanza, ad operare alcuni scarichi nei nervi respiratorii (1). Rolando (2) crede che il sangue venoso determini nel nervo pneumo-gastrico, in sua qualità di nervo del sentimento, certa eccitazione la quale si propaga alla midolla allungata, per cui i muscoli del petto sono allora provocati ad eseguire il movimento che induce la inspirazione. Secondo Arnold altresì (3), i nervi dell'ottavo paio trasmettono al cervello il sentimento del bisogno di respirare, che è esso stesso provocato dall'azione che l'aria incapace di servire alla respirazione esercita sulla membrana mucosa, e dall'accumulamento del sangue nei vasi polmonari.

3.° Siccome tanto nella inspirazione come nella espirazione, entrano in esercizio muscoli i quali sono determinati dal sistema nervoso, in quest'ultimo sistema devesi cercare la causa dell'alternazione dei due movimenti. Riconoscendo questa verità, credeva Haller (4) che non si possa attribuire il ritmo respiratorio che alla tendenza dell'anima per conservare la vita. Per una derogazione, speciale ai suoi principii, egli allega qui la opinione di Stahl, che le azioni vitali sottratte alla coscienza sono determinate dall'anima. Ma siffatta spiegazione, sciolta da ogni legame col sistema da cui era stata presa, non potrebbe soddisfare, come non lo può la ipotesi indeterminata di Blumenbach, il quale riguardava la espulsione dell'aria viziosa e la inspirazione dell'aria pura come un atto della forza medicatrice della natura. Deve esservi, nell'azione organica e sottratto alla coscienza del sistema nervoso, un ritmo il quale influisce altresì sui movimenti respiratorii, indipendentemente dalla volontà. Ecco quanto riconosceva fin a certo punto Bartels (5) allorquando faceva derivare, il ritmo della respirazione dall'antagonismo, e dall'alternazione di azione del cervello e della midolla spinale; ma egli andava a cercare la causa di quest'alternazione in circostanze puramente esterne; per suo avviso, il cervello riceve, durante la inspirazione, maggior quantità di sangue arterioso, che stimola i nervi pneumo-gastrici, e provoca così il movimento espiratore dei polmoni (§. 969, 7.°); ma il sangue venoso, che si accumula nel cervello, pone questo viscere fuori dello stato di agire, e lo paralizza momentaneamente, sicchè la midolla spinale, divenuta libera di agire, può sollecitare il movimento inspiratorio. A ciò obbietteremo che il sangue

(1) *Handbuch der Physiologie*, t. II, p. 76.

(2) *Archivii generali*, t. V, p. 128.

(3) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 202.

(4) *Loc. cit.*, t. III, p. 262.

(5) *Die Respiration, als vom Gehirne abhaengige Bewegung*, p. 99, 141.

non affluisce con più forza al cervello durante la inspirazione ordinaria, e che quando la inspirazione è prolungata, il sangue venoso vi si accumula così bene come fa nella espirazione allorquando essa dura troppo alla lunga (§. 766, I). D'altronde la ipotesi di Bertels non potrebbe rendere ragione dei movimenti respiratorii nei pesci ed altri animali inferiori.

4.º I movimenti della inspirazione sono operati non solo dai muscoli della laringe e del petto, ma inoltre da quelli del naso e della bocca, i quali operano con maggior forza quando una causa qualunque impedisce la entrata dell'aria fresca nei polmoni, o la rende difficile, e si danno eziandio a sforzi considerabili quando l'effetto da essi prodotto non apporta verun risultato. Per tal guisa i movimenti respiratorii del naso persistettero in un coniglio (1) a cui Foderà legò la trachea-arteria, avendo cura di aprirla sotto la legatura. I muscoli di cui si tratta si danno egualmente ad alcuni sforzi inspiratorii, quando le estremità centrali dei nervi che determinano i loro movimenti, non comunicano più coi nervi degli organi respiratorii. Osservò Legallois (2) pel primo che gli animali continuano ancora per qualche tempo (circa 12 minuti) ad assorbire l'aria dopo la decapitazione, la sezione della midolla spinale all'occipitale, la distruzione della porzione cervicale di questo cordone, o la sezione dei nervi pneumo-gastrici. Mayer narra (3) che questo fenomeno durò un quarto di ora nella testa tagliata di un giovane gatto. Allorquando Bell aveva tagliato i nervi diaframmatici e la midolla spinale tra il collo ed il petto, i muscoli delle narici, della gola e del collo si contraevano in modo ritmico, e dopo che era cessata la loro azione, la si poteva rianimare mediante la respirazione artificiale. Dice Muller che i movimenti respiratorii continuavano ad esercitarsi, col loro solito ritmo, dopo che esso aveva tagliato i nervi dell'ottavo paio, col loro ramo laringeo superiore, anche dopo che esso aveva tolto la laringe ed aperto la trachea. Osservò Klein (4) per cinque minuti alcuni movimenti respiratorii marcatissimi nel tronco d'uomo decapitato. Segue da ciò che i differenti punti dell'organo centrale della sensibilità agiscono in modo intermittente sui muscoli che sono loro subordinati; che essi alternano altresì fra loro, sicchè quando uno fa agire i muscoli del suo dominio, l'altra lascia quelli del proprio in riposo; che siffatto antagonismo, nella vita organica del sistema sanguigno,

(1) *Giornale complementare*, t. XVI, p. 295.

(2) *Esperienze sul principio della vita*, p. 28, 83-88.

(3) *Medicisch-chirurgische Zeitung*, 1815, t. III, p. 192.

(4) *Jahrbuecher der deutschen Medicin*, t. III, fasc. I, p. 57.

corrisponde al bisogno sentito dall'organismo di attrarre ossigeno nel sangue e di espellere acido carbonico; finalmente che ogni punto dell'organo centrale può, quando non riceve sangue arterioso, provocare da sè stesso e per la sua propria spontaneità inerente, i movimenti respiratorii collocati sotto la sua dipendenza.

IV. È probabile che non conosciamo peranco perfettamente la composizione dell'atmosfera, nella quale non abbiamo potuto finora dimostrare che azoto, ossigeno, ed acido carbonico. Forse sonvi inoltre certe condizioni elettriche, le quali per avventura dipendono dall'azione reciproca dei diversi corpi celesti (1). Ma non dobbiamo fondare la teorica della respirazione sopra semplici congetture, e bisogna contentarci, per stabilirla, delle cognizioni positive alle quali potemo fin' ora giungere. Ora, partendo di là, se l'ossigeno non ne sembra essere il principio stesso della vita, come lo credeva Girtanner, vediamo in esso un corpo il quale contrasta nel modo più formale con tutte le altre sostanze, e che, prima di mettersi in equilibrio con esse, fa nascere in esse certa tendenza a combinarsi con lui, e produce così azione più gagliarda. Libero ancora nel sangue, ove s'introduce senza combustione, vi provoca uno stato di tensione interna e di eccitazione chimica, il quale si manifesta nell'organismo sotto la forma di vitalità più esaltata (§. 752, 7.^o). Il sangue, dopo essersi esaurito a somministrare i materiali dei diversi tessuti ed a percorrere tutte le fasi del suo conflitto con quelli che già esistono; si rinfresca sotto la influenza dell'atmosfera generale (§. 774, 10.^o). Il sangue venoso, attratto dall'aria esterna (§. 764, 2.^o), si precipita verso i polmoni, nella respirazione (§. 766, 1.^o, 2.^o), s'impossessa del principio eccitante dell'aria, l'ossigeno, e lo riceve nella più essenziale delle sue parti costituenti, i globetti (§. 774, 7.^o), all'oggetto di potere, nella espirazione, precipitarsi ringiovanito verso gli organi particolari che tendono a conservare la propria esistenza (§. 766, 3.^o). I polmoni fanno adunque antagonismo al resto del corpo, dappoichè avviene, nei loro vasi capillari, l'opposto di quanto accade in tutti gli altri; e siccome la respirazione ha meno per effetto di aggiungere alla massa organica che di vivificare quella che già esiste, di accrescerne l'attività, l'organo centrale del sistema nervoso dà, in quasi tutta la sua estensione, la impulsione ai movimenti incaricati di compiere tale funzione. Ma nella guisa stessa che la respirazione, nelle sue forme incompiute, è la condizione dello sviluppo dell'uovo e dell'embrione (§§. 357, 467), nella guisa stessa che il suo passaggio ad una forma più

(1) *Trevirano, Biologia, t. II, p. 443.*

perfetta è il primo atto annunciante che la vita incomincia ad acquistare indipendenza (§. 503), così pure un conflitto limitato ed indiretto coll'atmosfera basta negli organismi inferiori, ed il bisogno di un conflitto più libero, più diretto, cresce secondo che si perfeziona la vita animale.

SEZIONE II.

Del conflitto coll' interno dell' organismo.

§. 981. Se abbiamo nozioni abbastanza soddisfacenti rapporto al conflitto coll' atmosfera, che è una delle circostanze importanti del pieno ed intiero sviluppo del sangue, non puossi dire altrettanto, dell' altra circostanza, vale dire del conflitto colle parti organiche. Da un lato, non evvi qui, come là, un agente esterno di cui possiamo studiare la natura prima e dopo la sua azione sopra la sostanza organica, e d' altro lato i mutamenti compionsi poco a poco, sicchè riescono insensibili. Siamo adunque ridotti sopra tale argomento quasi a sole congetture.

I. IL SANGUE.

1.° Siccome i materiali costituenti il sangue sono consumati in porzioni diverse dai differenti organi, nella nutrizione e nelle secrezioni, ne segue di necessità che il sangue ritornante da ogni organo deve avere qualità particolari, sebbene l'analisi chimica non possa darne la dimostrazione. Queste masse diverse di sangue si mescolano insieme nel sistema delle vene cave, la cui disposizione sembra calcolata per modo da rendere il miscuglio il più possibile uniforme. Trovandovi il sangue maggior spazio ed una forza motrice men considerabile, vi soggiorna più alla lunga; fluisce desso specialmente con maggior lentezza nei rami, e l'accelerazione del suo corso è proporzionata alla distanza che lo separa dal cuore. Le correnti della vena cava superiore e della vena cava inferiore, camminano all' incontro l'una dell'altra, e sono in parte ricalcate dalla sistole dell'orecchietta destra, retrogradazione possibile perchè non vi sono colà valvole le quali vi si oppongano, come nella entrata delle vene cardiache, che riconducono un sangue omogeneo. La orecchietta destra, non solo è più spaziosa, ma presenta altresì maggiori protuberanze ed infossamenti, vale dire, mezzi proprii a dividere in qualche guisa il sangue, mentre la sinistra,

simile in ciò alle vene cardiache non riceve il suo sangue che da un solo organo (1).

2.º Nel caso di ferite avvelenate, si si oppone all'azione generale del veleno mediante legatura che abbracci il membro ferito. Nondimeno la circolazione non trovasi così compiutamente arrestata in quest'ultimo; dunque la sola condizione che adduce la innocuità del veleno, consiste nello spargersi desso con maggior lentezza nel sangue (2). Effettivamente, in simile caso, puossi senza pericolo togliere tratto tratto la legatura, in guisa che giunga nel sangue soltanto poca quantità di veleno per volta (3). Aggiungiamo inoltre, che, come sperimentarono Magendie (4), Morgan ed Addisson (5) il sangue arterioso o venoso di un animale avvelenato non produce verun sintomo di tossicazione quando lo si fa passare immediatamente nel sistema vascolare di animale sano (§. 897). Non è verisimile che le secrezioni abbiano tanto rapidamente levato tutto il veleno dalla massa del sangue del primo animale, o che la sua azione sopra la economia sia stata compiutamente esaurita in sì breve tempo, senza che il sangue abbia contribuito a questo risultato mediante una influenza trasformatrice. Medesimamente, ogni cosa ne fa credere che il sangue della vena cava si assimili il chilo e la linfa, i quali vi affluiscono poco a poco, ed in piccola quantità per volta, e che esso comunichi a questi liquidi i suoi caratteri. Pari cosa pure accade certamente quando trasfondesi un sangue estraneo; a dir vero, trovò Blundell (6) in un cane a cui egli aveva lasciato perdere tutto il suo sangue, e che aveva poscia richiamato alla vita iniettandogli sangue umano, che il sangue tratto dalla carotide, alcuni minuti dopo, somigliava a quello dell'uomo, e non a quello del cane, sotto l'aspetto della prontezza colla quale si coagulava; ma dovevasi ragionevolmente aspettarsi che non avvenisse compiuta trasformazione in sì breve tempo ed in un caso in cui il sistema vascolare era stato in gran parte vuotato.

II. SECREZIONI.

§. 982. Riguardo alle secrezioni, è chiaro che esse non si limitano a mantenere la integrità del sangue eliminando le sostanze estranee che poterono penetrarvi, ma che ristabiliscono inoltre la proporzione normale

(1) *Opere di Legallois*, t. II, p. 196, 204.

(2) *Mayo, Outlines of human physiology*, p. 99.

(3) *Christison, Abhandlung ueber die Gifte*, p. 41.

(4) *Giornale di fisiologia*, t. I, p. 60.

(5) *Christison, Abhandlung ueber die Gifte*, p. 15.

(6) *Researches physiological and pathological*, p. 89.

dei suoi principii costituenti, e che a tal uopo il tritume lasciato dalle une vien tolto dalle altre, locchè riconduce il liquido generatore alle sue condizioni primarie (§. 892, 5.^o). In tal modo, i materiali rimoti ed inorganici sono strascinati fuori del corpo sotto la loro forma primitiva, mentre che gli organici vengono decomposti e scacciati sotto forma di nuove combinazioni. Così, ad esempio, la secrezione urinaria diventa un mezzo di liberare il sangue dal suo eccesso di acqua, di sali e di terre, cui vedonsi comparire nella orina senza che essi abbiano cambiato natura, invece che l'azoto divenuto esuberante nella fibrina o nell'albumina (§. 879), non viene eliminato che dopo aver dato origine a dell'urea ed a dell'acido urico. Questi due ultimi principii della orina non furono effettivamente mica inghiottiti col cibo, dappoichè si rinvencono altresì negli animali erbivori; un cibo azotato li genera soltanto in maggior copia, senza che essi siano già formati (§. 853). Non sono dessi neppur prodotti della digestione, giacchè non si trovano nel chilo, e la orina ne contiene maggiormente nel mattino, al ridestarsi, di quello che immediatamente dopo la digestione. Infine essi non devono la propria nascita al riassorbimento, giacchè, secondo Lassaigne, il sangue venoso e la linfa ne contengono anche dopo diciotto giorno di astinenza assoluta. Si formano essi adunque nei reni. Ma siccome gli organi secretorii non sono che i mezzi mediante i quali compiesi quanto ha la sua causa reale in tutto il complesso della vita, ogni volta che i reni non operano, per esempio nel colera, o dopo che si estirparono, urea ed acido urico possono prodursi sopra un'altro punto qualunque e trovarsi quindi nel sangue.

Il fegato specialmente sembra avere connessioni intime con il sangue e la vita plastica in generale. Esiste in quasi tutto il regno animale; rendesi osservabile per la moltitudine dei vasi che vi si distribuiscono, ed ogni volta che esso vien colto da malattia, il lavoro della plasticità soffre più o meno. Evidentemente il sangue che la vena porta vi conduce comporta un considerabile mutamento, dappoichè sonvi caratteri i quali non si scorgono punto nel sangue delle vene epatiche, come neppure in quello della vena cava. Non potevasi formarsi che una idea affatto incompiuta di queste particolarità di mezzo ad asserzioni contraddittorie degli antichi osservatori (1). Le ricerche di Schultz ingrandirono mirabilmente il cerchio delle nostre cognizioni a loro riguardo (2). Il sangue della vena porta differisce

(1) *Haller, Elem. physiol., t. VI, p. 497.*

(2) *System der Circulation, p. 157. — Rust, Magazin, t. XLIV, p. 542. — Giornale di Hufeland, 1838, fasc. 4.^o, p. 13.*

da quello della vena cava pel suo colore più carico; esso non arrossa mediante i sali neutri, ed arrossa poco col gas ossigeno; il suo cruore secco non è rosso carico, ma grigio bruno sporco; il cruore risulta più abbondante in proporzione dell'albumina, e si compone di globetti liscii, nei quali predomina l'involucro colorato, mentre che la dissoluzione attaccò già il nocciolo. Contiene esso men parti solide; è più povero di fibrina, la qual cosa fa sì che non si coaguli, o che dia un grumo, il quale rimane molle e che si discioglie in dodici o quattordici ore, non lasciando che un sedimento nero. Contiene quasi il doppio di grasso, massime nella sua fibrina, la quale ha color bruno nerastro, ed una consistenza untuosa.

1.° La ipotesi più semplice è che, in conseguenza del suo lungo soggiorno, il quale proviene dalla lunghezza e dalle frequenti anastomosi dei vasi intestinali, dalla struttura della milza, ed in generale dalla lentezza della circolazione in questa frazione del sistema vascolare, in conseguenza pure della secrezione cotanto abbondante dei succhi gastrico ed intestinale, e specialmente dello sviluppo in questi succhi di un acido libero, il sangue divenne più povero in ossigeno ed in azoto, è più ricco di carbonio, perdette maggiormente principii solidi, in particolare fibrina, acquistò più grasso, il fegato, dal suo lato, adopra il grasso ed il cruore alla formazione della bile, e libera così il sangue dal suo eccesso di carbonio. Giusta tutto questo, il fegato, eliminando il carbonio sotto forma combustibile, farebbe opposizione ai polmoni, che lo scacciano dal corpo sotto quella di prodotto arso (1), e vi sarebbe antagonismo fra questi due organi, giacchè il fegato è più voluminoso negli animali che vivono nell'acqua, nelle paludi o nei luoghi umidi, come altresì nell'embrione, di quello che negli altri che hanno una respirazione puramente aerea, la secrezione della bile risulta più abbondante sotto la influenza del calore umido, e quest'ultima circostanza accresce altresì la frequenza delle malattie epatiche. Si obietta che il fegato è troppo voluminoso, proporzionalmente alla quantità di bile che produce, perchè si possa credere la sua funzione ridotta alla sola secrezione; ma tale difficoltà non ha verun valore, giacchè, essendo la bile un liquido molto più particolare della maggior parte degli altri umori separati, può darsi che la sua formazione richieda altresì una quantità di sangue più considerabile, ed un apparato più voluminoso.

2.° Siccome le vene dell'organo digerente conducono il loro contenuto al fegato, tutta l'antichità credeva che questa glandola ricevesse altresì il prodotto della digestione per convertirlo in sangue, e per eliminare,

(1) Tiedemann, *Ricerche sulla digestione*, t. II.

Burdach, *Vol. IX.*

sotto forma di bile, i materiali incapaci di comportare la metamorfosi. La conoscenza acquistatasi del sistema linfatico non fece abbandonare intieramente siffatta ipotesi. Grimaud (1) ed Hartmann (2) ammettevano che gran parte del chilo è condotta nel fegato, per esservi assimilata. Si assicura eziandio oggidì che la bile deve formarsi a spese degli alimenti, in particolare il picromele, pel motivo che Lassaigue non riscontrò quest'ultima sostanza nella bile dell'embrione. Secondo Haller (3), il fegato libera il sangue dai vapori putridi sviluppati nell'intestino, e, secondo Prochaska (4), esso lo spoglia delle sostanze combustibili grossolane che provengono dagli alimenti. Pensa Tiedemann che il sangue della vena porta rechi al fegato le sostanze estranee assorbite nell'intestino, ed una porzione del chilo, acciocchè il tutto vi sia assimilato mediante il suo miscuglio con sangue arterioso. Crede Denis (5) che una parte delle bevande, il maggior numero dei sali, e le molecole particolari estratte dagli alimenti giungano al fegato, e che là si formi la sostanza gialla del siero del sangue, il quale, mediante la sua accessione, converte il chilo in sangue. Tutte queste opinioni mancano di prove sufficienti. Nell'embrione, il sangue si forma fuori del corpo, prima che esista un organo secretore della bile, un fegato. Poi la secrezione biliare si stabilisce prima che l'organismo pigli verun nutrimento dall'esterno. Finalmente essa compiesi sempre in pari modo, qualunque siano gli alimenti introdotti nello stomaco, e risulta più abbondante nei casi di astinenza prolungata di quello che in ogni altra circostanza. Non toglie adunque i proprii materiali immediatamente dalle sostanze alimentari. Il coloramento del siero in giallo non basta neppure per operare la conversione del chilo in sangue. D'altra parte, le ricerche di Schultz sul sangue della vena porta, e le variazioni che scorgonsi in questo liquido nei diversi stati della vita, dimostrano non andar esso debitore dei suoi caratteri speciali a porzioni di alimenti od a chilo mescolati con esso. Infatti, è desso più carico di colore, più acquoso, più povero di fibrina e più ricco di grasso negli animali assoggettati al digiuno, di quello che dopo copiosa alimentazione; le sue proprietà particolari non gli sono adunque somministrate dall'atto della digestione, ma dal suo prolungato soggiorno nei vasi, dal suo contatto colla sostanza organica che lo circonda,

(1) *Corso compiuto di fisiologia*. Parigi, 1818, t. II, p. 265.

(2) *Hypothese ueber die assimilativ blutbereitende Function der Leber*. Lipsia, 1838, p. 14.

(3) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 495.

(4) *Fisiologia*. Vienna, 1820, p. 418.

(5) *Archivii generali*, 3.^a serie, t. I, p. 179.

e dalla secrezione che ne segue. Il suo grasso quindi differisce dal grasso bianco, ed in parte cristallino, che trovasi nel chilo.

3.° Se, giusta tutto questo, sembrasse non essere essenziale che alcune sostanze estranee siano condotte dall'apparato digerente al fegato, siffatto fenomeno può tuttavia accadere in certe circostanze, e le disposizioni dell'organo sono tali da non risaltarne perciò verun inconveniente. Trovò Magendie (1) che la stessa quantità di olio grasso, di emulsione cerebrale, di bile o di aria, che adduce prestamente la morte quando la s' introduce nelle vene cave, può essere iniettata senza pericolo nella vena porta, e conclude da ciò che queste sostanze estranee soffrono maggior divisione nel fegato, che esse vi si distemperano in una maggior massa di sangue, col quale si mescolano più intimamente.

4.° Osservò Emmert (2) un fatto che meriterebbe di esser esaminato con maggior attenzione; vale dire, che la legatura della vena mesenterica, presso la sua imboccatura nella vena porta, uccide prontissimamente gli animali, al più in tre quarti d' ora, che essa determina in loro grande debolezza, finalmente che dopo la morte i vasi sono straordinariamente ingorgati di sangue, e gl' intestini sparsi di ecchimosi, mentre che la legatura della vena cava nella regione renale non apporta la morte prima di 48 ore, e che il cadavere non presenta una replezione tanto sensibile dei vasi sanguigni.

III. GANGLI SANGUIGNI.

§. 983. I. La osservazione diretta ne insegna poche cose intorno agli usi dei gangli sanguigni (§. 783); tuttavia basta considerare i rapporti organici di queste parti, per acquistare nozioni generali riguardo alle loro funzioni. Le sostanze che qui operano sono sangue arterioso ed un tessuto organico; i prodotti consistono in sangue venoso e linfa.

1.° I gangli sanguigni si presentano adunque a noi come altrettanti diverticoli del sistema vascolare, che sviano il sangue dal suo retto cammino, ed ove esso acquista i caratteri venosi sotto la influenza del tessuto circonvicino. Per tal guisa questi apparati aumentano la venosità del sangue, in conseguenza altresì la sua affinità per l'ossigeno atmosferico e l'attrazione da esso esercitata sul gas; contribuiscono adunque egualmente ad esaltare la respirazione.

(1) *Compendio elementare*, t. I, p. 37. — *Lezioni*, t. I, p. 159.

(2) *Reil, Archiv*, t. XII, p. 255.

2.° Producesi nei gangli sanguigni un liquido, di cui una parte proviene dal sangue, come secrezione interstiziale e come residuo della nutrizione del tessuto, e l'altra risulta dalla fluidificazione di quest'ultimo stesso. Siffatto liquido essendo assorbito, può comunicare al chilo ed al sangue di nuova formazione il massimo grado di animalizzazione, di cui esso stesso fruisce in ispecialità, e, dal suo lato, essere, per così dire, ringiovanito mediante siffatto miscuglio.

II. Alla lunga serie d'ipotesi, che Haller citò (1) relativamente agli usi della milza, potrebbesi aggiungerne molte più di quello che lo comportino i fatti conducenti a conclusioni positive. È evidente che la milza serve all'opera della plasticità, ma nè la zootomia, nè la patologia, nè le esperienze non ne procurano lumi bastevoli sull'ufficio speciale da essa esercitato. La estirpazione di quest'organo, tante volte praticata, e già da gran tempo (2), non risultò funesta che in casi rari, ed anche allora la morte proveniva probabilmente da circostanze accessorie, come la perdita del sangue, la suppurazione, e simili. Spesso essa non apportò verun mutamento notevole, nè nella organizzazione, nè nelle funzioni, lasciando perfettamente intatte la digestione, la nutrizione, la forza muscolare, la facoltà procreatrice, la vivacità. Quando essa produsse disordini nella sanità, gli effetti variarono molto giusta i casi. Così, ad esempio, quaranta esperienze di tal genere, fatte a poca distanza le une dalle altre dai fisiologi di Parigi, non procurarono assolutamente verun preciso risultato (3). La milza sembra dunque avere soltanto alcuni rapporti di poca importanza colla vita, e poter essere supplita dagli altri organi.

1.° Forma d'essa un sangue che è venoso al massimo grado. Spessissimo, ad esempio, nelle esperienze di Tiedemann e Gmelin, non si poté scorgere veruna differenza tra il sangue venoso della milza e quello della vena cava. In quanto ai casi nei quali il primo di questi liquidi offerse caratteri particolari (§. 886, 5.°), è lecito dubbiare, se differissero da quelli del sangue delle vene mesaraiche, o per lo meno non fatto lo stabilisce. Tuttavia scorgiamo nella milza certa organizzazione (§. 783) che rallenta il corso del sangue, trattiene più alla lunga questo liquido nelle radici delle vene, lo rende, in conseguenza, venoso ad un grado sensibilissimo, e deve quindi appropriarlo maggiormente alla produzione della bile, locchè

(1) *Elem. physiol.*, t. VI, p. 423.

(2) *Ivi*, p. 421.

(3) *Assol int.*, *Ricerche sulla milza*. Parigi, an. X, p. 133. — Ribes, *Memorie di anat., di fisiolog. e di patologia*. Parigi, 1841, t. II, p. 355.

parrebbe essere confermato dai fenomeni talvolta osservati dopo la estirpazione dell'organo. Forse i rami dell'arteria splenica che vanno allo stomaco forniscono a quest'ultimo viscere un sangue più ossigenato e più atto alla sua secrezione acida, di maniera che vi sarebbe, fra la milza e lo stomaco, un antagonismo che dividerebbe il liquido sanguigno in due porzioni dotate di differenti qualità. In tal caso, la milza contribuirebbe alla secrezione del succo gastrico, ed eserciterebbe altresì certa influenza sopra la digestione. Potrebbe con ciò spiegare perchè gli sperimentatori osservarono talvolta, dopo la sua estirpazione, certa dilatazione delle arterie gastro-epiploiche (1) ed una formazione incompiuta di chimo, perchè altresì i rami gastrici dell'arteria splenica sono più numerosi e più lunghi negli animali carnivori (2). Però è questa una semplice ipotesi, e la influenza della milza sulla digestione deve ridursi a poca cosa (§. 957, V), dappoichè i rami gastrici dell'arteria splenica non somministrano sangue che ad una parte dello stomaco, ed il canale digerente invia altresì sangue al fegato per la formazione della bile.

2.° Già altre volte ammettevasi che la milza separi un liquido, il quale passa nei vasi linfatici, o che le vene conducono al fegato, e che contribuisca alla ematosi (3). Molti fisiologi moderni pensano egualmente, con Tiedemann, che la linfa della milza concorra all'assimilazione. Tale opinione ha per sè l'osservazione fatta da Hewson (4) che la linfa splenica differisce da quella delle altre parti del corpo, nei buoi e nei cani, pel suo color rosso e per una maggiore coagulabilità. Osservò Tiedemann la stessa cosa nei cavalli e nei cani, Muller (5), nelle bestie a corni. Però riconobbe Monro che la linfa della milza è trasparente durante la vita degli animali, e che si arrossa soltanto dopo la sua esposizione all'aria; Leuret e Lassaigne (6) dicono altresì che essa non acquista siffatto colorito che per effetto della febbre o delle torture della vivisezione. Trovò Seiler (7) egualmente che essa non rosseggia in generale che al contatto dell'aria. Magendie e Tiedemann avendo stabilito che la si scorgeva rossa soltanto negli animali che furono privati per gran tempo di nutrimento, questo fenomeno non ne sembra aver nulla di particolare, e costituisce soltanto

(1) Haller, loc. cit., t. VI, p. 422. — Assolant, loc. cit., p. 51.

(2) Heusinger, Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz, p. 23.

(3) Haller, Elem. physiol., t. VI, p. 423.

(4) Experimental inquiries, t. III, p. 110.

(5) Handbuch der Physiologie, t. I, p. 245.

(6) Ricerche sulla digestione, p. 93.

(7) Zeitschrift fuer Natur-und Heilkunde, t. II, p. 353, 394.

la conseguenza della proprietà devoluta ad ogni linfa (§. 959, 4.°, 5.°), proprietà che solamente si appaleserebbe qui in modo più sensibile.

3.° Per tal guisa, i rapporti che avevansi supposti fra la milza e la ematosi sembrano non avere nulla di reale. Credeva Hewson aver veduto alcuni globetti del sangue nella linfa di quest'organo; ammetteva egli (1) che i noccioli di tali globetti, formati nel timo e nei gangli linfatici, acquistano, nelle cellule della milza, la sostanza colorata separata dalle arterie spleniche, che, per simil guisa, essi trovansi provveduti di un involucro e portati al termine del loro sviluppo, e che poscia i vasi linfatici della milza, esercitando l'ufficio di condotti secretorii, li conducono nel canale toracico, e di là nel sangue. Ecco perchè, a suo parere, il sangue venoso della milza non è coagulabile, e non contiene globetti. Ma, d'ordinario, la ematosi non è minimamente alterata dalla estirpazione della milza; i globetti del sangue sono, come aveva già osservato Monro, costituiti in pari modo nelle vene della milza che nelle arterie, e quelli che si trovarono nella linfa arrossata di quest'organo non differiscono verisimilmente dagli altri che osservansi in tutt'altra linfa divenuta rossa. Arnold (2) pretende che la linfa splenica, anche allo stato privo di colore, contenga, oltre i globetti linfatici, una moltitudine di corpicelli affatto simili per la forma e pel volume ai globetti del sangue, e che, in conseguenza, producansi realmente nella milza dei globetti del sangue. Ammette Schultz (3) che i globetti del chilo entrati nel sangue si depongano e si trasformino nella milza, atteso che, per suo avviso, la linfa splenica non contiene quasi globetti linfatici, ma soltanto globetti del sangue in atto di prodursi. Queste due teoriche sono ancora molto dubbiose, stante gli stessi motivi che militano contro quella di Hewson.

III. Per ciò che spetta gli altri gangli sanguigni, non si conosce minimamente la natura del loro sangue venoso, e si conosce pochissimo la loro linfa; solo osservossi il liquido interstizio che vi si riscontra, ma senza poter trarre da ciò veruna induzione, sicchè tutte le opinioni emesse sulle funzioni di questi organi si riducono a pure ipotesi.

1.° Credeva Hewson (4) aver trovato noccioli di globetti del sangue nel liquido interstiziale del timo e nei vasi linfatici che partono da questo corpo; in conseguenza, ammetteva che se ne formino colà come nei gangli linfatici, e che i linfatici li trasmettano poscia al sangue, ma che,

(1) *Loc. cit.*, p. 131-137.

(2) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 164.

(3) *Das system der Circulation*, p. 47.

(4) *Loc. cit.*, t. III, p. 78, 128.

durante i primi periodi della vita, ove l'accrescimento progredisce con maggior rapidità, l'azione dei gangli linfatici sarebbe insufficiente, se il timo non venisse in suo soccorso. Secondo Haugsted (1), l'organo serve all'assimilazione del latte nei bambini poppanti, pel motivo che a quella età le glandole salivali non sono ancora compiutamente sviluppate, come neppure i gangli linfatici del mesenterio. Cerca Arnold di conciliare insieme le opinioni di Hewson e di Haugsted (2).

2.° Hofrichter (3) attribuisce per uso alla tiroide di dare al sangue abbondante che vi circola con lentezza un carattere venoso, il cui scopo è di prepararlo alla respirazione. Pensa Trevirano (4) che essa serva all'assimilazione del liquido assorbito dalla pelle della testa, del collo e dei membri pettorali.

3.° Ammette questo fisiologo che le capsule surrenali adempiano lo stesso ufficio riguardo alle parti inferiori del corpo (5). Arnold (6) le crede destinate in ispecial modo all'assimilazione della linfa che viene dagli organi genito-orinarii. Secondo Schmidt (7), la secrezione da esse somministrata ha per uso di procurare al sangue le qualità necessarie ad eccitare convenevolmente il cuore, qualità di cui lo spoglia la secrezione del succo intestinale, della bile e dell'orina.

TERZA DIVISIONE

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA FORMAZIONE DEL SANGUE.

§. 984. Al continuo movimento del sangue corrisponde un cambiamento pure non interrotto della sua sostanza; giacchè, se esso perde del continuo materiali, del continuo pure riceve e liquidi provenienti dal sistema linfatico, e gas traenti la loro origine dall'atmosfera.

1.° Questo equilibrio di perdita e di acquisto fa sì che il sangue si mantenga in quantità normale, e che la sua formazione corrisponda ai bisogni di ogni istante, giacchè essa è più abbondante nel caso di vacuità

(1) *Thymi in homine ac per seriem animaleam descriptio*. Copenaghen, 1832, pag. 282. — *Ph. Blandin, Nuovi elementi d'anatomia descrittiva*. Parigi, 1838, t. II, p. 341.

(2) *Loc. cit.*, t. II, p. 182.

(3) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. IV, p. 168.

(4) *Biologia*, t. IV, p. 541.

(5) *Loc. cit.*, p. 545.

(6) *Loc. cit.*, p. 188.

(7) *Diss. de glandulis suprarenalibus*. Francfort sopra l'Oder, 1785, p. 47.

dei vasi, e più rara nel caso opposto (§. 906, 4.^o). Confrontando la quantità delle egestioni con quelle degli alimenti solidi (§. 948, 1.^o), possiamo (dappoichè le bevande scappano prestamente per la orina e la traspirazione) valutare a circa due libbre la quantità di sangue reale che si produce ogni giorno in un uomo sano. Ma acciocchè la vita si mantenga, in onta di grandi e ripetute emorragie, come scorgesi specialmente nelle donne (§. 179), bisogna che la formazione del sangue oltrepassi la proporzione normale. Si videro alcuni uomini perdere mille libbre di sangue in un anno, 310 in due mesi, 75 in dieci giorni (1); la formazione giornaliera di questo liquido doveva adunque essere in loro di tre in cinque libbre almeno. Nello stato normale, essa è proporzionata alla massa del corpo intiero; quando tal massa scema molto, pel fatto dell' amputazione di un membro, una parte della quantità del sangue che fin allora producevasi ogni giorno diviene superflua, e scorgesi avvenire gli accidenti provocati dalla pletora dei vasi; ma siffatti accidenti scemano poco a poco, sia che la produzione del sangue rientri in limiti corrispondenti alla massa attuale del corpo, sia che l'organismo si abitui alla maggior replezione del sistema vascolare; giacchè l'abitudine forma un bisogno di ogni stato di cose che sussista da alcun tempo. Le perdite frequenti di sangue esaltano la irritabilità, al punto che il minimo accrescimento della quantità di questo liquido fa nascere sintomi di pletora (§. 741, 6.^o). Parla Osiander di una donna isterica, la quale, avendo osservato che il salasso le procurava degli alleviamenti nei suoi accessi, ripeté si spesso le emissioni sanguigne, che al momento in cui egli la vide, era dessa costretta da già molti anni di farsi salassare tutte le settimane, perchè, senza tale precauzione, lo stesso nutrimento più semplice le apportava la febbre. Una giovane, citata da Trevirano, perdette, per sei anni, mezza libbra e più di sangue ogni giorno, e la cessazione di questa emorragia naturale pose nella necessità di ricorrere alle emissioni di sangue. D' altro lato vediamo la grande abbondanza di sangue non apportare verun danno alla sanità, quando la materia organica è dotata di forte coesione, la complessione risulta secca, e la fibra rigida; allora il sangue trattiene i suoi principii costituenti con maggior forza, sicchè le secrezioni, quella in ispecialità del grasso, sono men copiose, mentre che l'organismo sopporta meglio la replezione del sistema vascolare.

2.^o L' organismo tutto intiero concorre a produrre il sangue che gli è necessario, riunendo i differenti organi la loro azione per cooperare a questo scopo comune. Infatti, siccome la formazione del sangue ha per

(1) *Biologia*, t. III, p. 503.

antagonista la sua decomposizione, trova dessa la sua origine laddove questa ultima rinvien il suo termine. Però nella guisa stessa che le sostanze procedenti dal sangue tengono due direzioni diverse, le une, destinate alla eliminazione, rientranti nel mondo esterno (§. 809, 1.^o), mentre che le altre, consacrate alla formazione organica od alla nutrizione (§. 778, 3.^o), si depongono nell' interno dell' organismo, di cui esse alimentano la sostanza (§. 809, 6.^o), così pure il sangue si produce in due maniere, e pel conflitto della sostanza organica col mondo esterno, e pel conflitto di tale sostanza con sè stessa.

§. 985. Il conflitto col mondo esterno, che ha per iscopo la formazione del sangue, e per condizione la ingestione di sostanze di cui una parte è rigettata all'esterno, si esercita nella digestione e nella respirazione. Queste due funzioni, confuse così in uno scopo comune, si armonizzano l' una coll' altra in modo che una respirazione più compiuta apporta una digestione più attiva, e l'affezione di una induce simpaticamente il disordine nell'altra; quindi i loro organi sono per la maggior parte ravvicinati, ricevono gli stessi nervi, hanno i medesimi apparati per accessori (joide, lingua, diaframma), si assistono mutuamente nei movimenti delle loro parti periferiche. L'equilibrio e l'esercizio armonico delle due funzioni sono le condizioni di una ematosi normale. Ma siccome desse realizzano in senso inverso l' una dall' altra la idea che loro appartiene in comune ad ambidue, evvi tra esse una vera opposizione di polarità.

1.^o La digestione costituisce il principio della ematosi, e la respirazione n' è il compimento. Nella prima si dispiega la potenza dell'organismo e nella seconda quella della natura esteriore. La prima si esercita sopra una materia sempre complessa sotto l'aspetto chimico, fosse eziandio acqua pura, invece che l' altra ha per oggetto il semplice miscuglio di sostanze alimentari. L'organo della digestione è ovunque una cavità, che riceve il suo oggetto, l'abbraccia, lo rinchiude e lo domina; quello della respirazione, all' opposto, protubera all' esterno, negli esseri viventi inferiori e l'abbandona alla influenza dell' atmosfera, più potente di esso. Gli alimenti cedono alla forza creatrice dell' organismo, il quale, ad onta della loro diversità, produce con tutti uno stesso sangue, una stessa albumina, una stessa fibrina, il medesimo cruore (1). La sostanza animale può convertire lo zucchero o qualunque altra materia vegetabile in sostanza animale, l'acido lattico, per effetto del semplice contatto, facoltà la quale sembra

(1) *Annali di chimica*, t. LI, p. 384.

Burdach, Vol. IX.

essere in essa inesaribile (1); e sebbene, durante il suo primo periodo, la vita animale non possa nutrirsi che di un liquido analogo al chilo, di un liquido contenente albumina e grasso (materia alibile dell'uovo e latte), tuttavia non potrebbesi negare alla vita in generale il potere di formare sostanza organica con materie inorganiche (§. 954, II). Nella respirazione, all'opposto, la preponderanza è dal lato dell'atmosfera. L'ossigeno contrae combinazione col sangue, senza perdere la sua natura propria, e puossi ritrarnelo senza che abbia cambiato natura. La digestione costituisce un'operazione complessa, giacchè dessa non può compiere la trasformazione che in modo graduale, e gli conviene abbandonare il suo prodotto al sistema linfatico, che tuttavia lo elabora, poi lo trasmette al sistema della vena cava, la quale finalmente lo assoggetta alla respirazione. La respirazione, all'opposto, è un'operazione semplice, ma che pone in esercizio la vita tutta intiera, e che metamorfizza immediatamente il sangue, sicchè questo liquido, uscendo dal sistema aortico, ha la potenza di eccitare l'attività vitale in tutti gli organi.

2.° La digestione si esercita sopra cose palpabili; mediante la forza di cui è l'individuale organismo dotato, essa converte una materia solida o liquida, in un liquido più o men denso, che è la base materiale del corpo; predomina qui la formazione della materia, il lato materiale dell'organismo. Nella respirazione, all'opposto, non evvi che relazioni di forze ed attività passeggera; consacrata per intiero a quanto evvi di elementare e di generale, questa funzione non accresce la massa organica, ma la modifica al punto di farle acquistare una vitalità più grande; essa l'anima, o la spiritualizza. Per tal guisa il suo effetto non è permanente, come quello della digestione; esso non tarda ad estinguersi, e siccome nulla può incatenarlo, un esercizio non interrotto della respirazione è necessario alla vita generale. L'acqua nutre, l'aria consuma (§. 839, 1.°).

3.° La digestione fa acquistare un prodotto basico, combustibile, svariato, ed ha per intermedio una secrezione acida. La respirazione, all'opposto, procura all'organismo l'elemento assolutamente elettro-negativo, l'ossigeno, coll'intermedio di sangue venoso, che le basi di cui esso è soprasaturato ne rendano avido. La prima s'impossessa specialmente del carbonio, e l'acido carbonico esercita sopra di essa un'azione eccitante, vivificante; la seconda procura un'uscita all'acido carbonico, e quando quest'ultimo v'interviene invece dell'aria, la vita si estingue.

4.° Le due funzioni implicano ingestione ed eiezione, ma in proporzioni

(1) *Resoconto delle sedute dell'Accad. delle sc.*, t. VIII, p. 960; t. IX, p. 46.

diverse. Nella digestione, il corpo riceve più di quanto esala, mentre nella respirazione queste due operazioni si fanno all' incirca equilibrio; ma qui la esalazione possiede maggior importanza per la vita di quello ne abbia la eiezione per gli organi digerenti.

5.° Le due funzioni sono strettamente connesse alla vita animale; ma la digestione, in cui predomina la ingestione, si riferisce maggiormente al lato ricettivo di questa vita, la sensazione, mentre che la respirazione, di cui la eiezione forma il principale carattere, ha più particolarmente connessioni col suo lato reazionario, il movimento. Gli organi digerenti hanno un apparato considerabile di nervi, il plesso solare, e negli animali senza vertebre, sono abbracciati dalle parti centrali del sistema nervoso. La respirazione, all' opposto, dipende ancora più immediatamente dal movimento; essa prende i muscoli della periferia al suo servizio, il suo organo è fornito di apparato scheletrico speciale, e negli animali che occupano il basso della scala, è legato alle membra, od anche rappresenta un membro che serve inoltre alla locomozione.

§. 986. Gli organi nei quali la eiezione acquistò deciso predominio, in particolare la pelle ed i reni, pigliano parte alla formazione del sangue, mediante la funzione che essi compiono di eliminare materiali del corpo. La loro situazione rapporto agli organi principali non è la stessa; la pelle si riappicca ai polmoni, come organo aereo, ed i reni all' intestino, come organi acquosi.

1.° In opposizione con la formazione organica ed i depositi entoplastici pei quali il sangue abbandona certi materiali in un mezzo che non è esterno riguardo ad esso se non in maniera relativa, trovasi il riassorbimento, il quale s' impossessa di questi prodotti relativamente esteriori, e costituisce in conseguenza la sorgente interna della formazione del sangue. Il riassorbimento riconduce al sangue ciò che ha adempiuto la propria destinazione, vale dire, il liquido entoplastico intiero, tutto ciò che, nelle secrezioni dermatiche, non divenne intieramente estraneo all' organismo e puramente escrementizio, in fine la sostanza invecchita e logorata dei tessuti. Considerata nella sua essenza, è una digestione che l' organismo esercita sul suo proprio corpo, una decomposizione ed una trasformazione di sostanze relativamente esterna, con riporto verso il sangue del prodotto della metamorfosi; converte essa le diverse sostanze, come grasso, ossi, muscoli e simili, in un liquido omogeneo, cui versa nel torrente della circolazione. Come digestione di sè stessa, come direzione della forza assimilatrice contro la materia del proprio organismo, essa suppone uno sviluppo più elevato della spontaneità e della vitalità interna. Non se ne

scorge veruna traccia nei vegetali, che hanno per carattere la metamorfosi successiva, nei quali si aggiungono del continuo nuove formazioni alle antiche, senza che queste si dissolvano. Nel corpo animale, ad un' attività più viva e ad una ricettività più impressionabile si aggiungono maggiore attitudine della sostanza animale alla decomposizione, e come qui l'attività divenne permanente, alla formazione organica continua corrisponde altresì la decomposizione spontanea continua, che progredisce tanto più rapidamente quanto più perfetta è la respirazione aerea e più energica la vita animale. Il riassorbimento toglie ai liquidi separati ciò che è peranco suscettibile di convertirsi in sangue, e per conseguenza di servire all'organismo. I materiali deteriorati degli organi sono ricondotti nel sangue, all'oggetto di poter essere espulsi mediante una secrezione dermatica; tuttavia essi possono ancora servire all'eccitazione di altro organo, od essere in qualche guisa ringiovaniti, tanto dal miscuglio con i liquidi tolti ad altre parti del corpo, quanto per la influenza del sangue nei gangli linfatici o nel sistema sanguigno stesso, o finalmente per la respirazione. In tal modo, si compie la circolazione della sostanza organica; giacchè nuovi materiali sono attinti nelle secrezioni per servire alla nutrizione, la quale, dal suo lato, somministra loro una parte di quelli di cui abbisognano.

2.° Nell'embrione, formasi sangue della sostanza dell'uovo, e, a quanto sembra, sotto la influenza indiretta dell'aria atmosferica; ma i globetti rotondi che scorgonsi colà non devono la nascita alla trasformazione dei globetti vitellini; sono, come fece vedere Valentin, formazioni nuove. Del sangue può egualmente prodursi in modo immediato in diversi tessuti accidentali (false membrane e germogli carnos). Gruithuisen ed Home pretendono eziandio essere stati testimonii del fenomeno, il primo in alcune infiammazioni, il secondo sopra superficie suppuranti. Kaltenbrunner (1) lo descrisse giusta le sue osservazioni fatte sui margini delle ferite in lavoro di cicatrizzazione; i fiocchi di sangue che la infiammazione depone nel parenchima, ed in parte altresì lo stesso parenchima, si convertono in particelle, le quali si uniscono per modo da produrre piccoli grumi, eseguiscano un movimento oscillatorio, acquistano poco a poco una forma sferica ed una direzione determinata del loro movimento, e finiscono col rappresentare una piccola corrente incurvata ad arco, le cui due estremità s'imboccano nei vasi sanguigni più prossimi. Doellinger (2)

(1) *Froriep, Notizen*, t. XXI, p. 310. — *L. J. Sanson, delle Emorragie traumatiche*. Parigi, 1836, in 8.°

(2) *Denkschriften der Akad. zu Muenchen*, t. VII, p. 206. — *Was ist Absonderung, und wie geschieht sie?* Wurzburg, 1819, p. 25.

aveva già dato analoga descrizione della maniera con cui si forma il sangue dalla sostanza organica negli embrioni dei pesci; una linguetta della massa solida entra in movimento in vicinanza della corrente sanguigna, ed oscilla da un lato all'altro; i suoi granelli si allontanano gli uni dagli altri, ed acquistano poco a poco una figura determinata, ovale; quindi la massa oscillante forma due piccole correnti, aventi una la direzione arteriosa, l'altra la direzione venosa, le quali si uniscono ad arco in una delle loro estremità, mentre nelle altre due estremità s'imboccano con un'arteria ed una vena. Siccome queste osservazioni non furono per anco ripetute, non si può collocarle nel novero dei fatti di cui la scienza ebbe ad insignorirsi, per quanto verisimili d'altronde esse siano. La stessa considerazione si applica alla teorica di Autenrieth (1), il quale pretende che del sangue si formi in tutti i punti del corpo animale ove emerge una polarità chimica, e che questa polarità si stabilisce ogni volta che il liquido animale riceve ferro, tenendo questo metallo il mezzo fra la serie dei metalli elettro-negativi e quella dei metalli elettro-positivi, di maniera che è desso egualmente proprio ad eccitare l'una e l'altra forza.

§. 987. 1.° Siccome i globetti sanguigni sono caratteristici pel sangue e gli appartengono esclusivamente, siccome sono dessi la condizione della sua proprietà eccitatrice e la causa essenziale del suo movimento, della metamorfosi che esso comporta nella respirazione, siccome sono più sviluppati ai gradi superiori della scala animale (§. 774, 7.°), dobbiamo riconoscere che la loro produzione costituisce il punto culminante della ematosi. Per tal guisa si trovano più abbondanti, proporzionalmente al siero del sangue, durante la età adulta che durante la infanzia e la vecchiaia (2); il loro numero, il loro color rutilante e la loro pienezza, negli individui, variano in ragione del grado della forza vitale e della energia del lavoro della plasticità (3); medesimamente, la loro sostituzione progredisce con maggior lentezza, e dopo una perdita considerabile di sangue, la parte acquosa di questo liquido rimane per gran tempo predominante. Il corso della loro formazione è pure graduale, ed incomincia colla produzione di granelli. Siccome l'organismo tende, fin nelle sue minute particelle, ad assumere forma regolare determinata, e che la forma globulosa, risultato di certa gravitazione verso un centro comune, indizio, per conseguenza,

(1) Reil, *Archiv. t. VII*, p. 137.

(2) Denis, *Ricerche sul sangue umano*. Parigi, 1830, p. 288.

(3) Haller, *Elem. physiol.*, t. II, p. 56. — *Opera minora*, t. I, p. 181. — Denis, *loc. cit.*, p. 290.

della denominazione della unità nello spazio, corrisponde al suo carattere (§. 830, 6.^o), così sotto questa forma incominciano le creazioni che gli sono proprie. Ecco perchè, nella generazione equivoca, gli animali ed i vegetali più semplici (*monas*, *protococcus*, ec.) compariscono sotto forma globosa e perchè incominci egualmente così la formazione del sangue. I globetti semplici del chilo e della linfa sono le prime forme che l'organismo crea a spese del prodotto della digestione e del riassorbimento, nelle radici dei vasi linfatici; siffatti globetti si sviluppano poscia percorrendo i sistemi linfatico e sanguigno; vi si manifestano opposizioni di periferia e di centro, di profondità e di larghezza, anche di lunghezza e di larghezza nelle tre classi inferiori del regno animale, e si convertono così poco a poco in globetti del sangue, che servono alla vita sotto differenti rapporti, comportano una decomposizione secondo che adempiono i loro usi (§. 870, 6.^o), e cedono del continuo il luogo ad altre di formazione più recente.

2.^o Stabili Schultz una ipotesi opposta, molto originale, ma che non mi sembra bastevolmente giustificata. Per suo avviso, il *plasma*, o la linfa, il liquore del sangue (§. 664) è il vero sangue, nell'accettazione propria del vocabolo (1); esso ha una configurazione inerente ed un movimento organico che s'imprime da sè stesso; i suoi globetti oscillano, e la sua eccitazione consiste in un'attrazione ed una repulsione di materie estranee, mentre che i globetti del sangue non hanno che un movimento passivo, ed a misura che aumentano di volume, la facoltà vivificante e nutritiva del plasma diminuisce (2). Questi globetti servono soltanto alla formazione del plasma, e ciò mediante la dissoluzione dei loro noccioli, che determina specialmente l'aria attirata nella respirazione; una volta la sostanza disciolta dei noccioli trasudata attraverso l'involucro colorato, questo rimane solo, ed è principalmente impiegato alla formazione della bile.

3.^o La scoperta della esistenza, nel lievito, di globetti che si sviluppano in funghi filiformi, durante la fermentazione, fece nascere altresì teorie relative alla formazione dei globetti del sangue. Secondo Turpin, l'organismo si compone di un'agglomerazione d'individui viventi, i quali, separati gli uni dagli altri, costituiscono il fermento; la fermentazione è un'operazione vitale, per la quale si sviluppano dei vegetali, e talvolta eziandio degli animali; i globetti del latte, della linfa e del chilo, del pari

(1) *Das System der Circulation*, p. 104.

(2) *Ivi*, p. 73-77.

che quelli stessi del sangue, sono corpi organici viventi, e risultano di due vescichette incastrate una nell'altra (1).

4.° Schwann (2) riguarda i globetti della linfa e del sangue, che sono per esso la base di tutti i tessuti organici, come composti di un nocciolo e di un involucri; la loro formazione proviene dal precipitarsi prima una sostanza che produce il nocciolo, ed alla superficie della quale si depone quindi uno strato esterno costituente l'involucri o la parete della cellula.

5.° (I globetti della linfa e del chilo non sono evidentemente ancora giunti ad organizzazione tanto inoltrata quanto quelli del sangue; ne abbiamo per prova la lor mancanza di similitudine sotto l'aspetto del volume e della trasparenza, come altresì la loro tessitura granellata più o men visibile; sono dessi inoltre in procinto di svilupparsi, mentre che i globetti del sangue raggiunsero già l'ultimo loro termine, la qual cosa fa sì che essi non possono ormai più comportare altro che una trasformazione ed una dissoluzione. Col microscopio, i globetti della linfa e del chilo sembrano agglomeramenti di piccolissimi globetti, aventi al più $1/2000$ di linea di diametro. Vidi di questi globetti nel chimo dell'intestino tenue, in quello dello stomaco, dopo avervi aggiunto bile, nel siero del chilo esposto alla influenza del gas ossigeno, infine nel deposito del chilo trattato mediante l'etere e l'acido azotico. Si si domanda se quest'agglomeramento è reale o soltanto apparente, se i globetti del chilo nascano veramente dalla coalizione di granelli elementari, i quali, poco a poco, si confondono insieme per formare un solo globetto, o se non provengono piuttosto da un nocciolo primitivo, sul quale si sviluppano, più tardi, alcuni corpicelli, i quali compartiscono loro l'aspetto granellato cui scorgesi in essi quando giunsero al termine della loro perfezione. Sono intimamente convinto, contro la opinione di Wagner, che i globetti del chilo non esistono per anco, nell'interno del canal intestinale, quali li troviamo nei vasi linfatici; ma se ho ragione di credere che i granelli da me trovati nella sostanza grigiastrea che aderisce alla membrana mucosa dell'intestino tenue, durante la digestione, sono globetti del chilo incompiutamente sviluppati, puossi benissimo ammettere che molti di essi, uscendo dall'intestino, ed attraversando la sostanza organica (tragitto contro cui la loro piccolezza non permette obbiettare l'assenza di pori valutabili), si riuniscono insieme per produrre un globetto di chilo. Frattanto s'è vero che questi granetti così

(1) *Resoconto delle sedute dell'Accad. delle scienze, t. VII, p. 39. — Annali delle scienze naturali, 2.ª serie, t. VIII, p. 338.*

(2) *Microscopische Untersuchungen ueber die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachstume der Thiere und Pflanzen. Berlino, 1839, p. 75, 194, 203.*

riuniti si consolidassero poco a poco in un nocciolo, durante la trasformazione dei globetti del chilo in globetti del sangue, sarebbe sorprendentissimo che l'apparenza granellata dei globetti del chilo, lungi dal diminuire poco a poco durante il loro tragitto lungo il sistema linfatico, divenisse all'opposto più visibile; giacchè essa è sensibilissima, ad esempio, nei globetti del chilo contenuto nel canale toracico, mentre non la si osserva quasi punto in quelli del chilo proveniente dai vasi linfatici dell'intestino, prima del loro passaggio attraverso i gangli.

Inoltre, dopo aver trattato il chilo mediante il gas ossigeno, trovasi nel siero gran copia di questi piccoli granelli, di cui non iscorgevasi dapprima veruna traccia nel chilo, mentre che i globetti propriamente detti del chilo erano divenuti affatto lisci nel grumo; puossi adunque benissimo ammettere che i granelli siansi staccati dai globetti sotto la influenza del gas ossigeno; ma allora come supporre che questi granelli elementari abbiano prodotto i globetti del chilo riunendosi, per separarsi quindi quasi tutti da questi ultimi quando essi si trasformano in globetti del sangue? Sono quindi inclinato a credere la seconda ipotesi più esatta dell'altra, e ad ammettere che ognuno dei granetti elementari, da me veduti nel chimo dell'intestino tenue, costituisce da sè solo il nocciolo di un globetto del chilo, e che per tale oggetto esso compori, durante la sua uscita stessa dall'intestino, un essenziale cambiamento, in particolare un ingrossamento considerabile, procedente forse dall'accessione di certa quantità della sostanza organica delle pareti intestinali, cui esso attrae a sè, ma che, nel suo tragitto attraverso il sistema linfatico, e verisimilmente sotto la influenza del sangue, nell'interno dei gangli linfatici, nuovi prodotti si depongano alla sua superficie sotto forma di granelli, e che finalmente quando questi granelli, aderenti alla superficie, acquistano certo grado di maturità, quando il nocciolo è pronto a trasformarsi in un globetto del sangue, essi staccansi per effetto della metamorfosi prodotta dalla influenza del gas ossigeno. Forse potrebbesi inoltre pensare che questi granelli staccati, sviluppandosi poco a poco nel sangue, diventino i corpicelli analoghi ai globetti sanguigni che furono veduti nel sangue da molti osservatori, mescolati coi globetti propriamente detti, che essi passano nei linfatici i quali accompagnano in sì gran numero i vasi sanguigni, e che essi sono di nuovo così ricondotti nel canale toracico. Questa teorica sarebbe facile a porsi in armonia con quella di Schwan, giacchè non impedirebbe di ammettere una formazione cellulosa nei globetti del chilo; solo le nuove cellule non si svilupperebbero nell'interno della cellula madre, come nei vegetali, ma alla sua superficie. Il nocciolo dei globetti chilosì, sembrano

essere pieni, e non cavi; ma questa circostanza non basterebbe a rispingere l'analogia di cui parlai, se si giungesse a scoprire una capsula od involucro esterno; forse, d'altronde, impiegando maggiori ingrossamenti, scorgerebbersi altresì un nocciolo celluloso. In quanto ai granelli sparsi alla superficie, e che più tardi si staccano, sono dessi certamente cellule, ed il loro contenuto sembra essere in gran parte grasso, che serve forse eziandio ad unire al nocciolo; lo annuncia, il divenire la superficie del globetto del chilo più sensibilmente granellosa allorquando lo stesso globetto si dissecca, lo staccare l'etere i granelli dalla superficie dei globetti, e finalmente il vedere, trattando il chilo col gas ossigeno, grosse gocce di olio nuotare alla superficie (1).

(1) *Giunta di Ernesto Burdach.*

DELLA DINAMICA

§. 988. 1.° Usando dei nostri sensi, vale dire dandoci alla osservazione, giungiamo a comprovare la esistenza dei diversi fenomeni vitali, e ci procuriamo per tal modo infinite nozioni isolate intorno la vita. La fisiologia non diviene vera dottrina, se non in quanto essa paragona i fatti gli uni cogli altri, ne ricerca le condizioni, si appiglia ad iscoprire i rapporti di causalità che sussistono tra loro, ed acquista così ciò che dicesi esperienza. Lo spirito, che ha la coscienza della sua destinazione, non è soddisfatto di ciò che la esperienza gli insegna intorno i fenomeni della vita; vuole inoltre conoscere il legame che gli unisce e la causa dalla quale tutti dipendono; vuole arrivare a farsi un'idea esatta della vita nel suo complesso e nella sua essenza; vuole, in una parola, innalzare la fisiologia al posto di scienza. Ma a tale scopo non può giungere col solo pensiero; giacchè desso non trova in sè che le leggi generali della intelligenza; e sebbene riconosca che lo spirito, considerato in generale, è la esistenza suprema, la esistenza primordiale, la sola esistenza vera, non deve meno confessare che questa esistenza si manifesta in esso sotto forma della individualità, che in conseguenza essa vi è circoscritta fra limiti determinati e che il pensiero umano non è che una forma particolare della attività spirituale. Esso si riconosce bensì una emanazione dello spirito primordiale; ma, nello stesso tempo, riconosce fuori di sè un'altra esistenza, la quale possiede la stessa origine, di cui però la nozione non gli giunge che per la coscienza, e non perviene che coll'intermedio dei sensi a porsi in contatto col suo proprio *io*. Riunendo coi prodotti del suo pensiero quanto egli acquista coi suoi sensi e colla sua intelligenza, forma della fisiologia una scienza sperimentale. Effettivamente, siccome la scienza consiste in ciò che lo spirito si trova sè stesso, essa ha due scopi, quello di cercare la essenza e la sorgente di questo spirito nello spirito assoluto, e l'altro di rintracciare il compimento delle leggi del pensiero nel mondo esteriore. Diretti da siffatte visite abbiamo finora considerato sperimentalmente la successione dei fenomeni durante il corso della vita (§. 1-657), ed i fenomeni continui della vita materiale (§§. 658-987), per giungere a riunire i risultati di questo esame in una intuizione generale, la quale si presentava già a noi in modo indeterminato quando gettavamo un rapido sguardo sul complesso di ogni sfera.

2.° Lo spirito è uno ed interno; conformemente a questa essenza, esso cerca ovunque di cogliere la unità nascosta nel multiplo. Ma la unità interna dei fenomeni consiste in un incatenamento di causalità. Riconoscere siffatto incatenamento è adunque il problema sul quale si esercita del continuo l'attività dello spirito. Quando la causa di un fenomeno risiede nell'essere medesimo in cui quest'ultimo apparisce, lo chiamiamo forza. Evvi adunque colà per noi una idea reale, il cui rigetto non è che la negazione dell'incatenamento di causalità, una negazione della ragione e dell'intendimento operante giusta le leggi della ragione.

Volendo giungere alla coscienza della vita per via analitica, dobbiamo prima occuparci delle differenti forze che in essa operano.

I. DELLE FORZE DELL' UNIVERSO NELLA VITA.

A. *Forze inerenti.*

§. 989. Come corpo, l'organismo porta in sè le forze che sono inerenti alla materia in generale, e sono queste forze che lo determinano nel mondo esteriore. Abbiamo dunque da cercare in esse la causa prossima dei fenomeni della vita. Riconosciamo un meccanismo nella maniera con cui i diversi tessuti operano gli uni sopra gli altri per pressione e trazione; nella digestione, respirazione, secrezione e nutrizione, avvengono alcune azioni evidentemente chimiche.

I. Studiamo dapprima l'attrazione.

1.° L'attrazione si manifesta, nell'interno della sostanza dei tessuti come coesione (§§. 829, 1.°; 833, I; 843, 11.°), la cui diversa modalità è la sorgente della facoltà di staccarsi, dell'impulso e della elasticità (§. 829, 2.°).

2.° L'attrazione di sostanze diverse le une per le altre, come quella delle parti solide per le parti liquide (§§. 739, 1.°; 758) e dell'organismo per le sostanze esterne (§. 905), segue le leggi dell'affinità (§. 261, 3.°). Ora essa opera soltanto a piccola distanza e sopra cose affini, locchè costituisce l'adesione (§§. 725; 833, II); ora essa giunge fin a cangiare la coesione, d'onde risulta la penetrazione (§. 833, III); ora finalmente essa ascende fin alla metamorfosi della sostanza, come combinazione chimica (§. 833, IV). Uno scambio mutuo di sostanze, per affinità doppia, compiesi tanto nell'interno dell'organismo (§§. 877, 6.°; 915, 3.°), quanto fra questo ed il mondo esterno (§§. 882, 6.°; 980, II); oppure si stabilisce un'alternazione di relazione (§§. 882, XXI), la quale fa sì che una stessa sostanza è ora abbandonata dall'organismo al mondo

esterno (§. 839, 1.°-4.°), ora tolta da esso a quest' ultimo (§. 898, 1.°), secondo che siffatta sostanza mancando all' uno od all' altro, l' attrazione per essa trovasi aumentata dall' uno o dall' altro lato; o finalmente il mezzo esterno attrae dall' organismo ora una sostanza ed ora un' altra, secondo che esso ne contiene questa o quella, avente affinità o colla prima, o colla seconda (§. 841, 1.°, 5.°, 7.°, 8.°).

3.° L' attrazione del globo terrestre, o la gravitazione non è neppur dessa senza influenza (§. 729, 3.°).

II. La ripulsione tra il fluido ed il solido fa antagonismo all' attrazione (§§. 864, 866). La forza propulsiva determinata dal restringimento di una cavità si propaga giusta leggi meccaniche (§§. 720; 746, 7.°; 748, 2.°), e la pressione esterna caccia i liquidi in uno spazio divenuto vuoto (§§. 722, 11.°; 766, 2.°). La pressione esercitata dai tessuti organici concorre a determinare lo stato delle azioni vitali (§. 838, 1.°), cagiona la tensione (§§. 746, 60; 748, 1.°) favoreggia la secrezione (§. 843, 12.°), l' assorbimento (§. 906, 7.°) ed il riassorbimento (§. 914, 7.°), nel modo stesso che la pressione del mezzo esterno limita l' afflusso degli umori (§. 727, 7.°) e le secrezioni (§. 839, 5.°), che essa rinchiude nelle loro porzioni normali.

§. 900. I. Sopra queste particolarità ed altre analoghe si appoggia il materialismo, o la opinione, secondo cui la vita non sarebbe altro che l' effetto delle forze materiali.

1.° Ammettendo pure Cartesio, una teorica generale fondata sull' idealismo, aveva spiegato i fenomeni della natura mediante il movimento continuo e lo sfregamento dei differenti atomi della materia primitiva. Allorquando nel decimosettimo secolo i matematici cominciarono a prendere maggior slancio, che ne fecero felici applicazioni alla fisica, e che la invenzione delle iniezioni e del microscopio accrebbe la massa delle cognizioni relativamente alla struttura organica, si vide comparire la scuola jattro-matematica alla testa della quale collocossi Borelli. Dall' essere questo fisico ricorso felicemente alle leggi della meccanica onde ispiegare gli effetti della forza muscolare sopra le ossa in ciò che concerne la direzione e la energia dello slocamento, affrettossi ammettere certa causa meccanica dello stesso movimento muscolare; dall'aversi veduti fenomeni di statica nel sistema vascolare, si volle ricondurre tutta la circolazione alle leggi della idrostatica; alcune osservazioni anatomiche mancanti di certezza fecero riguardare le secrezioni quali feltrazioni di parti determinate del sangue attraverso cribri di forma corrispondente; finalmente alcune osservazioni incompiute sulla forza muscolare dello stomaco condussero a

pensare che la digestione consiste generalmente parlando, nell' attrizione delle sostanze alimentari.

2.° Siccome la teorica meccanica della vita metteva da lato il principio idealistico di Cartesio, che gli aveva preparato la via, così la scuola chimica del decimosettimo secolo abbandonò presto lo spiritualismo dei suoi fondatori, Paracelso e Vanhelmont. Per quanto incompiute fossero le cognizioni del suo tempo in chimica, Silvio le giudicò bastevoli per concludere che la vita è un'operazione chimica, e che il maggior numero dei fenomeni da essa presentati sono l'effetto di certa effervescenza prodotta dal conflitto dell'acido e dell'alcali. Abbagliate altresì dagli immensi progressi della chimica nel decimottavo secolo, molte persone le quali non avevan presa veruna parte attiva a siffatto grande movimento, per esempio, Ackermann, Mongin, Peart, cimentaronsi di costruire una teorica chimica dei fenomeni vitali che riduceva quasi la vita a non essere che un lavoro di combustione, e che ne rappresentava i differenti stati quali effetti di ossigenazione e di desossigenazione.

3.° I jattro-matematici avevano quasi sempre chiamato in proprio soccorso le teoriche chimiche; i jattro-chimici furono egualmente costretti di accordare ai matematici certa parte nelle loro speculazioni. Sotto tale aspetto, Gallini e Reil immaginarono alcune ipotesi più ampie di quelle dei loro predecessori. Attribuiva Gallini la vita, da un lato, alla gravitazione reciproca degli elementi, dall'altro a tale situazione delle molecole, da produrre le alternative di contrazione e di dilatazione. Reil, almeno nei primi tempi di sua carriera, faceva dipendere la vita dalla composizione e dalla forma della materia organica, dalle qualità primitive degli elementi di tale materia, e dal loro modo di associazione. Sotto questa forma, il materialismo si attenne, d'ordinario, ad asserzioni generali, e di rado lo si vide discendere alla spiegazione dei fenomeni particolari della vita. Procedevasi in pari modo quando trattavasi di quella materia organica generale, immaginata da Buffon e Needham, alla forze particolari della quale i suoi partigiani riportavano i differenti fenomeni della vita.

II. Non è dubbioso che la fisiologia s'arricchisce in modo positivo quando le si dimostri sperimentalmente e con precisione che questi o quei fenomeni della vita sono i risultati di forze materiali. Ma è certo egualmente che la si svia dal vero cammino, sostenendo arditamente che la essenza intiera della vita riposa unicamente sopra di queste forze.

1.° Le teorie meccaniche e chimiche non ispiegano che la modalità di certi fenomeni vitali. Esse non si connettono che alle circostanze maggiormente vicine, lasciando le altre senza spiegazione, o stabilendo a lor

riguardo soltanto ipotesi arbitrarie. Puossi bensì dimostrare che esistono nella circolazione le leggi della statica ; ma il movimento del cuore da cui dipende tale funzione, non riconosce mica una causa meccanica, e quando si pretese trovarne una di simile nella effervescenza del succo nervoso, nel mutamento di forma delle parti elementari del cuore, nelle agitazioni di un etere e simili, non si fece che ergere delle ipotesi all'aria. La fluidificazione degli alimenti viene effettuata dal succo gastrico acido ; ma le leggi della chimica sono impotenti ad insegnarci perchè la formazione di questo succo accada precisamente nello stomaco, e come si formi il suo elemento organico essenziale, il quale non proviene da materie alimentari. Le teoriche di cui ragionasi rischiarano certi punti della storia di un'operazione che compiesi col concorso di molte ; la circolazione non dipende soltanto dall'azione meccanica del cuore, ma ben anche dalla forza attrattiva e ripulsiva delle parti solide viventi, la quale non è di natura meccanica ; effettuansi certe combinazioni e decomposizioni chimiche nella vita plastica ; ma la chimica non potrebbe spiegarci perchè esse non compionsi mai, perchè non si terminano mediante un prodotto determinato, perchè esse continuano senza interruzione. Le teoriche materialistiche spiegano i fenomeni particolari, ma non rendono ragione dei loro rapporti collo scopo comune dell'insieme dell'organismo ; il meccanismo complicato della circolazione costituisce la condizione della vitalità degli organi, ed esso ha evidentemente per iscopo di produrre, codesta vitalità, come la operazione chimica della digestione ha per fine la formazione del sangue, e per essa la conservazione della vita.

2.º Il materialismo non può spiegare la modalità di tutti i fenomeni della vita. La propagazione dell'eccitamento, l'affezione consensuale degli organi, la influenza dei nervi, la generazione e simili, rimangono inaccessibili alle leggi della chimica e della meccanica. L'attività plastica e la vitalità non sono sempre in ragione diretta l'una dell'altra. La digestione, la respirazione, la nutrizione, la secrezione e la propagazione si compiono, nella serie degli esseri organizzati, di mezzo a gradazioni le più svariate di organizzazione e di composizione chimica. La perfetta similitudine delle influenze esterne non impedisce ogni specie di creare la sua sostanza con proporzioni di elementi differenti da quelle che osservansi nelle altre, e, per quanto svariate siano le circostanze, essa non produce meno quel genere di materia che particolarmente le appartiene.

3.º Il materialismo suppone già la vita cui esso pretende spiegare ; giacchè la organizzazione e le condizioni di composizione materiale, d'onde esso fa derivare gli atti sono prodotte esse stesse dall'attività vitale. La

materia dell' organismo a procreare od a nudrire non esiste prima, nè nell' uovo nè negli alimenti. L' essere organizzato, allo stato di embrione, come durante tutto il corso di sua vita, crea esso stesso il suo sangue. Per tal guisa gli organi sono formati per la prima volta nell' embrione, riprodotti nei fenomeni di rigenerazione, finalmente creati senza interruzione, e perciò stesso in modo insensibile, per tutta la durata della vita. Il composto che procede dal sangue è un misto vivente in cui le sostanze elementari sono, non già combinate insieme secondo leggi chimiche, ma mantenute allo stato di tensione continua pel fatto stesso della loro proporzionalità. La vita può cessare senza verun mutamento valutabile nella materia organica, di cui niuna influenza chimica non potrebbe quindi mantenere o riprodurre la composizione.

4.° Il materialismo riconosce, in ultima analisi, la sua impotenza ad ispiegare la vita mediante le forze generali della materia; e se non per seguire la sua teorica, almeno per non vederla crollare, ammette come causa della vita una materia organica dotata di forze particolari. Ma tutto ciò che è particolare rientra nella categoria dei fenomeni, dei fatti osservabili, delle nozioni empiriche; ed ispiegare tutto non è altro che derivare i fatti particolari da una causa generale. Dunque, assegnare una causa speciale ad un fenomeno speciale, torna lo stesso dire con altre parole che non si conosce la causa e che si rinuncia alla spiegazione. Seguesi dommaticamente siffatto cammino, viensi a credere di aver data la vera spiegazione, mentre non si fece altro che vedere da lungi i progressi delle nostre cognizioni assegnando loro un termine. Così, verbigratzia, quando ammettevasi certa forza particolare nel succino, tornava lo stesso che esprimere semplicemente un fatto isolato, l' attrazione che l' ambra gialla esercita sopra certi corpi leggeri, e non si pervenne ad ispiegare il fenomeno se non quando s' imparò a conoscere le leggi della elettricità che opera nella natura intiera. Non evvi materia organica generale circolante fra gli esseri viventi; la materia organica si produce del continuo nell' interno di questi esseri; fuori del cerchio della vita essa si decompone e si risolve nei suoi elementi organici. La vita ha certa tendenza incessante alla individualizzazione; essa crea ovunque alcune forme e composizioni individuali; ma la materia è, riguardo ad essa, ciò che varia continuamente, una cosa non essenziale (§§. 312, 1.°; 313, II; 473, 10.°). Schwann (1) cerca la causa della vita non nella totalità dell' organismo, ma in certa forza inerente ad ogni parte elementare, che gli permette di

(1) *Microscopische Untersuchungen*, p. 227.

attrarre molecole e di crescere; si fonda egli sull'essere tutti gli organismi composti di parti essenzialmente simili, le quali formansi e crescono giusta alcune leggi nel fondo identiche. Ma l'organismo non sarebbe forse che un semplice aggregato di cellule? La riunione armonica di parti elementari diverse, ad alcune delle quali appartiene la forma cellulosa, cui tutte certamente non assumano, costituisce la espressione più chiara di un principio ordinatore. L'incastramento dei diversi sistemi organici, la segmentazione di ognuno di essi, la quale fa sì, per esempio, che la stessa sostanza ossea, tendinosa e muscolare assuma certa forma speciale sopra ogni punto per assicurare la libertà dei movimenti; la riunione dei tessuti maggiormente disparati, di forme svariatissime, di composizioni chimiche molto diverse, dal principio fin al termine dell'organo digerente, compresi i suoi apparati accessori, in un complesso che concorre allo stesso scopo; tutto ciò non può provenire da una materia organica generale che forma cellule. « Certamente, aggiunge Schwann (1), la ragione richiede che le si indichi la causa dell'armonia; ma le basta ammettere che la materia e le sue forze inerenti sono debitori della propria esistenza ad un essere ragionevole; una volta create, queste forze possono produrre, giusta le leggi di una cieca necessità, alcune combinazioni le quali presentano eziandio un alto grado di armonia o di convenienza individuale. » La ragione non è tanto facile a contentarsi come pretende Schwann; essa rispinge la idea della creazione come atto compito, e quella della forza creatrice, come principio la cui azione non avvenne che prima della esistenza dei tempi (§. 313, 2.°, 3.°).

B. Forze aderenti.

§. 991. Sonvi altresì nella natura alcune forze operanti le quali non sono nè inerenti alla materia in generale, nè connesse ad una specie particolare di materia, ma che dipendano da uno stato interiore di una materia qualunque, e che compariscono o spariscono secondo che le circostanze inducono o fanno cessare questo stato, senza che accada verun cambiamento nella sostanza, e massime senza che essa aumenti o scemi di peso. Per distinguerle dalle forze inerenti alla materia, noi diamo loro l'epiteto di aderenti. I loro effetti, od i fenomeni dinamici (magnetismo, elettricità, calore, luce), non sono estranei alla vita organica, ove per altro non si rinvencono che di tratto in tratto cotanto sensibili come essi si

(1) *Ivi*, p. 224.

presentano a noi nella natura inorganica. Quando verificasi questo caso, i fenomeni di cui ragionasi si mostrano affatto identici nel fondo a quelli della stessa natura che compionsi nel mondo esterno, ma non però senza particolari modificazioni, che non possono mai mancare quando lo stesso effetto sopraggiunge in circostanze differenti. Sarebbe adunque possibile che i fenomeni dinamici dell' universo avvenissero là eziandio ove l' organismo non ne lascia scorgere veruna traccia sensibile, e che soltanto assumessero dessi allora una forma speciale. Ma se possiamo dubitare che siasi in diritto di supporre in tal caso una influenza insensibile, la spiegazione della maniera con cui si sviluppano, allora che i loro effetti si appalesano indubitabilmente, presenta grandi difficoltà, ed il terreno su cui andiamo ad impegnarci è troppo sdrucevole perchè vi si possa camminare di passo sicuro.

1. MAGNETISMO.

§. 992. L' azione del magnetismo nell' interno dell' organismo è problematica, essendo per anco incertissime le osservazioni in piccolo numero che furono in tale riguardo praticate. Osservò Partiugdon, nei suoi corsi di fisica sperimentale, che il pollice di una persona attirava uno dei poli dell' ago calamitato, mentre un altro dito della stessa persona lo respingeva (1). Si si domanda se una forza magnetica, la quale d'altronde non agirebbe mai che nel di dentro dell' organismo, e sarebbe in conseguenza insensibile, si fosse, per istraordinarietà, sviluppata in questa persona, al grado di poter agire sopra corpi estranei. Osservò altresì Beclard che un ago impiantato in un nervo diveniva magnetico; e giusta Beraudi, un ago d'acciaio stato introdotto nel nervo crurale di un coniglio, attrasse in seguito la limatura di ferro; negli animali in cui non avveniva tale fenomeno, esso manifestavasi mediante il soffiamento dell' aria atmosferica, e più ancora del gas ossigeno, ma non per quello dell' azoto (2). L' applicazione di calamite produsse di frequente effetti sensibilissimi sulla sfera animale, in persone sane ed in altre colte da dolori o da spasmi; potrebbesi da ciò concludere esservi una forza magnetica contenuta nello stesso organismo. Queste sono congetture; ma bisogna pigliare in considerazione che il magnetismo può, secondo Coulomb, essere dimostrato in tutti i corpi, anche quando esso non cade immediatamente sotto i sensi, e che

(1) *Froriep, Notizen, t. VII, p. 60.*

(2) *Ivi, t. XXV, p. 150.*

Burdach, Vol. IX.

esso non si manifesta soltanto sopra una sbarra di ferro piantata verticalmente in terra; giacchè, per asserzione di Hansteen, qualunque corpo posto in una situazione perpendicolare, come una tramezza di tavole, un muro, un albero, e simile, mostra la polarità boreale alla sua estremità inferiore, e la polarità australe nella superiore. Non è credibile che il solo organismo faccia eccezione alla regola; ma può benissimo accadere che questa forza generale della natura operi in esso in modo speciale. Infatti, se rimontiamo alla idea stessa del magnetismo, vediamo in esso il tipo generale della polarità, la manifestazione di una sola e stessa forza sotto due forme opposte di attività. Esso esprime la divisione interna in due di una esistenza unica, lo sviluppo di antagonismi nei quali la stessa forza si manifesta in varii modi. Giusta tutto questo, il magnetismo, immagine generale della esistenza che si risolve in pluralità, può realizzarsi nell'organismo mediante lo sviluppo della polarità, quale la si osserva specialmente nella procreazione (§. 325, 4.^o), nella formazione dell'embrione (§§. 474, 478, 1.^o), e nell'esercizio continuo della nutrizione e della escrezione (§. 894, 2.^o).

2. ELETTRICITÀ.

§. 993. I. La elettricità suppone un contrasto già esistente, e si manifesta in due corpi eterogenei per qualunque maniera essi si toccano; questi due corpi, operando mutuamente uno sull'altro, si comportano come un solo nella loro attività, di maniera che una polarità si sviluppa nell'uno, e la polarità inversa nell'altro. La elettricità è il tipo di qualunque azione reciproca, e puossi, mediante mezzi artificiali, porla in evidenza a qualunque contatto di corpi eterogenei, laddove eziandio essa non cade sotto i sensi. Mentre il magnetismo non opera che nello spazio e non produce per sè stesso che movimento, la elettricità penetra più profondamente, e determina inoltre mutamenti di combinazione, nonchè uno sviluppo di calore e di luce. Rappresenta essa l'atto pel quale il dinamismo puro passa allo stato di forza chimica, e la forza si fissa in una esistenza materiale determinata. Giusta tutto questo, essa non può mancare di riscontrarsi nell'organismo, sebbene vi si presenti modificata in modo speciale. Non compare che in occasione del ravvicinamento, del contatto o della pressione naturale di due corpi, la cui sostanza, configurazione della superficie, grado di coesione, temperatura e colore differiscono, sebbene abbiano certa affinità uno coll'altro; si manifesta essa specialmente quando le sostanze affini tendono a contrarre insieme una combinazione chimica, alla realizzazione

della quale essa si estingue. Ora, siffatte condizioni esistono nell'organismo, ovunque dove scorgonsi sostanze diverse entrare in contatto le une colle altre, il liquido ed il solido alternare insieme, e differenti parti elementari mescolarsi o frammischarsi in mille guise. Più un tessuto contiene elementi diversi, e maggiormente energica risulta la sua vitalità. Quindi l'organismo presenta fenomeni analoghi agli effetti della elettricità, propagazione del modo di attività, movimento, cambiamento di composizione, svolgimento di calorico e di luce. La immagine della elettricità si realizza adunque nel conflitto organico, e per esempio abbiamo spiegata la generazione sessuale (§. 325, 2.^o), del pari che la circolazione, mediante organi situati all'esterno di esse (§. 775, 1.^o); ma la opinione che la modalità della vita in generale consista in una operazione elettrica galvanica, fu espressa specialmente, secondo Ritter e Reinhold, da Autenrieth (1), Prochaska (2) ed Hartmann (3).

II. Ove si si attenga ai fenomeni della elettricità cui torna realmente possibile di dimostrare, vediamo che essi sono più sensibili che ovunque altrove nella opposizione esistente fra i nervi ed i muscoli. Tuttavia, siccome ciò rientra nel dominio della vita animale, così lo lasceremo da parte e ci limiteremo a quanto concerne la plasticità.

1.^o Secondo Pouillet, l'accrescimento delle giovani piante, durante cui formasi acido carbonico, va accompagnato dallo sviluppo di elettricità, positiva nel gas e negativa nel vaso che contiene il vegetale.

2.^o Pfaff (4) trovò quasi sempre, nel corpo umano, della elettricità libera, la quale è positiva in generale e che sorpassa di raro in intensità quella che produce collo zinco del rame posto in comunicazione col suolo. Mostrossi d'essa più energica nelle persone vive, durante la sera, e dopo l'uso delle bevande spiritose. Ordinariamente non si riesce a riconoscerla che col soccorso dell'elettrometro; ma essa diviene talvolta così intensa da manifestarsi mediante crepitazioni e scintille, quando l'individuo spogliasi dei suoi vestiti o fa scorrere un pettine sopra i suoi capelli. Questo fenomeno accade principalmente pel tempo sereno, secco e freddo; ma non si produce alla stessa epoca nei diversi individui, sicchè dipende dallo stato individuale della vita. Vedonsi eziandio talvolta alcune scintille sfavillare quando fregansi a contro-pelo cani, gatti, cavalli, e simili,

(1) *Handbuch der empirischen Physiologie*, t. I, p. 71.

(2) *Physiologie des Menschen*, p. 26. — *Disquisitio anatomico-physiologica organismi corporis humani ejusque processus vitalis*. Vienna, 1812, p. 22-85.

(3) *Medicinische Jahrbuecher*, t. III, fasc. 2.^o, p. 57.

(4) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 162.

mentre che la pelle di questi animali, staccata dal loro corpo, non produce gli stessi effetti che dopo uno sfregamento più forte e più lungamente continuato. Sonvi, da ultimo, alcuni casi di combustione spontanea, nei quali alcuni uomini furono, durante il loro sonno, convertiti in ceneri ed in carbone grasso, senza che abbiasi potuto scoprire veruna traccia di fuoco valevole ad aver destato l'incendio (1); si presume che il corpo, condotto ad un grado insolito di combustibilità, dall'uso specialmente delle bevande spiritose, si sia infiammato sotto la influenza di un fuoco elettrico sviluppato nel suo proprio interno; e ciò che dà alcun fondamento a tale congettura, si è che conosconsi molti esempj d'uomini, i quali, lontani da ogni corpo in combustione, risentirono subitamente una commozione elettrica, ed osservarono ad un tempo sui vestiti una fiamma difficile ad estinguersi.

3.° Il sangue apporta certa elettricità cui assicurasi non essere la stessa nel sangue venoso (§. 751, 3.°) e nelle persone malate (§. 753), come nel sangue arterioso e negli individui sani. Secondo Dutrochet (2), il nocciolo di ogni globetto del sangue possiede la elettricità negativa, e l'involucro la elettricità positiva. Gusserow (3) osserva che la materia colorante del sangue e la fibrina appartengono bensì alla classe dei corpi neutri, ma che la prima si comporta più elettro-positivamente dell'altra, e che esse producono insieme l'elettricità, pel motivo che hanno troppa affinità una per l'altra per poter trovarsi ravvicinate senza contrarre una combinazione chimica. È più verisimile che si sviluppi elettricità per effetto dell'antagonismo esistente tra i globetti del sangue ed il plasma o piuttosto la sostanza organica circonvicina. Hornbeck (4) vide, al pari di Dutrochet (5), che quando egli esponeva del sangue all'azione di una pila voltaica, i globetti rossi erano respinti dal polo positivo ed attratti dal polo negativo, che accadeva l'inverso riguardo la fibrina ed i globetti scolorati, e che il siero teneva il mezzo sotto quest'aspetto. Siccome una commozione moderata accresce l'azione galvanica fra i muscoli ed i nervi (6), sarebbe possibile che la impulsione del cuore avesse lo stesso effetto,

(1) *A. Devergie, Diz. di med. e di chir. prat., art. COMBUSTIONE SPONTANEA, t. V, p. 367. — Annali d'igiene pubblica e di medicina legale, t. XX, p. 5, e 240.*

(2) *Mem. per servire alla storia anat. e fisiol. degli animali e dei vegetali. Parigi, 1837, t. I.*

(3) *Die Chemie des Organismus. Berlino, 1832, p. 207.*

(4) *Diss. de sanguine. Copenaghen, 1832, p. 33-41.*

(5) *Mem. per servire alla storia anat. e fisiol. degli animali e dei vegetali. Parigi, 1837, t. I.*

(6) *Humboldt, Ueber die gereizte Muskel-und Nervenfasern, t. I, p. 193.*

mentre che, giusta le congetture di Berres (1), il sangue può sviluppare della elettricità allorquando esso trovasi in contatto colle pareti dei vasi capillari.

4.° La endosmosi sta sotto la influenza della elettricità (§. 833). Essa ne dipende, secondo Becquerel (2), pel motivo che, quando due liquidi eterogenei, separati da una membrana animale, operano uno sull' altro, svolgesi elettricità, dopo di che accade la penetrazione accompagnata dal mutamento di composizione. Giusta tutto questo, la elettricità avrebbe pure certa parte nella nutrizione e nella secrezione. Per tal guisa, Edwards (3) considera le reazioni acide ed alcaline come effetti di una decomposizione galvanica del sangue; Eberle (4) attribuisce la formazione dell' acido del succo gastrico alla polarità galvanica dell' osmazomo e dell' albumina del sangue, i quali, mediante la loro azione reciproca, decompongono il sale neutro e mettono l' acido in libertà.

5.° Berthold e Weber provarono che la opposizione elettrica cui Donné diceva aver osservata tra la pelle e la membrana mucosa, proviene unicamente dalla ineguaglianza di temperatura. Trovò Pouillet (5) che quando un ago di acciaio, introdotto per sei linee nel braccio, era posto in rapporto con un filo di ferro tenuto nella bocca ed un moltiplicatore, l' ago calamitato oscillava, ma che questo fenomeno non avveniva allorquando l' ago ed il filo erano di platino, di oro o d' argento, che in conseguenza la comparsa della elettricità si riferiva unicamente alla ossidazione del ferro. Persoz (6) non potè neppure scoprire elettricità nel corpo umano, mediante il moltiplicatore. Tuttavia queste esperienze negative non sembrano essere decisive. Osserva Gusserow (7) che la grande facilità colla quale la sostanza animale si decompone, dipende dalla debolezza delle affinità chimiche le quali ne rattengono gli elementi combinati, e che in conseguenza la elettricità non può avere molta forza nell' organismo animale, dappoichè allo stato di libertà essa oltrepasserebbe già il grado necessario all' azione elettro-chimica.

6.° In certi animali, l' eccitamento di una elettricità libera costituisce

(1) *Medicinishe Jahrbuecher*, t. XV, p. 254.

(2) *Annali di chimica*, t. LII, p. 244. — *Trattato esper. d' elettricità e di magnetismo*. Parigi, 1834, t. II.

(3) *Influenza degli agenti fisici sulla vita*, p. 575.

(4) *Physiologie der Verdauung*, p. 141.

(5) *Giornale di fisiologia di Magendie*, t. V, p. 1-12.

(6) *Ivi*, t. X, p. 216.

(7) *Loc. cit.*, p. 196.

il risultato della stessa organizzazione, e talmente forte che l'azione all'esterno di questa elettricità serve loro di arma offensiva e difensiva. Accade essa soltanto per la moltiplicazione dell'incatenamento delle parti dissimilari coi osservarsi, in tutti gli organismi animali, i quali non occupano gli ultimi scalini della serie. Molti pesci, come la torpedine, l'anguilla di Surinam, una specie di siluro e una specie di tetrodote o quadridente hanno a tall' uopo organi speciali, consistenti in prismi tendinosi a traversi trasversali, con numerosi vasi sanguigni e nervi provenienti dal 5.^o o dal 10.^o paio cerebrale, o dai nervi rachidici, o dal gran simpatico, ed un liquido albuminoso grasso contenuto nelle cellule; sicchè non puossi disconoscere l'analogia esistente tra quest'apparato e la pila voltaica. Il sangue non prende veruna parte diretta al fenomeno, giacchè l'effetto elettrico non isceia quando s'impedisce al sangue di giungere all'organo, e persiste eziandio ancora per alcun tempo dopo che si tolse il cuore; ma esso cessa dacchè tagliansi i nervi, od i lobi posteriori del cervello, o la testa, e le scariche sono subordinate alla volontà dell'animale. Tuttavia se ne osserva altresì quando irritansi i nervi tagliati, ed anche allorché, alcun tempo dopo la morte, fassi agire la elettricità artificiale sul cervello comunicante ancora coll'organo elettrico mediante i nervi. Sebbene la natura realmente elettrica degli effetti di quest'organo sia dimostrata dalla proprietà che esso ha di determinare scosse in altri corpi animali senza comportare esso stesso verun movimento, e dalla natura delle sostanze che gli servono di conduttori o d'isolatori, tuttavia la elettricità vi è modificata in modo speciale. Secondo Humboldt (1), la sensazione che essa fa comportare differisce da quella che eccita la elettricità artificiale; l'organo di rado dà scintille crepitanti, cui dovrebbero tuttavia aspettarsi giusta la forza delle sue commozioni; non esercita esso neppure nè attrazioni nè repulsioni, come altri corpi elettrici, e non opera sull'elettrometro. Giusta tutto questo non devesi accordare gran valore alle esperienze nelle quali il corpo umano non mostrò veruno dei caratteri che indicano ordinariamente la elettricità.

III. Ammettendo che la modalità del conflitto organico sia elettrica, siamo lontanissimi dal riguardare la elettricità come causa della vita. Suppone essa già una differenza ed una polarità di tessuti, che sono il prodotto di quest'ultima. Dà essa le azioni considerate una per una, ma abbisogna un'altra forza per legare queste azioni insieme di modo da farne uscire la unità delle funzioni della vita generale. Se, dopo la estinzione

(1) *Reise in die Äquatorialgegenden*, t. III, p. 299-322.

della vita generale un resto di vita parziale si mantiene nel cadavere, questo resto mostra ancora fenomeni elettrici; morti i nervi ed i muscoli, la elettrizzazione non provoca più in essi verun movimento, ned evvi scarica elettrica la quale sia in istato di rianimare un cadavere. La elettricità adunque non è il principio della vita, ma soltanto una forma sotto cui si manifesta questo principio, una forma di attività, che l'organismo possiede in comune coi corpi inorganici, ma alla quale tuttavia esso imprime una modificazione particolare.

3. CALORE.

a. *Calore in sè stesso.*

aa. FENOMENI DEL CALORE.

§. 994. Gli antichi riguardavano il calore dell'organismo come il principio vitale; ma esso non è che una forza generale della natura, la quale si sviluppa in modo particolare e con ispeciali modificazioni, per lo esercizio della vita e nell'interesse di quest'ultima.

I. La vita abbisogna ovunque di certo grado di temperatura esterna; si estingue pel calore troppo gagliardo, del pari che pel freddo troppo intenso. Questo bisogno varia molto nei diversi esseri organizzati, di cui avvengono taluni i quali non possono vivere che ad altissima temperatura, mentre altri ne tollerano soltanto una di bassa. Ma la loro temperatura propria non è determinata in modo assoluto da ciò che li circonda; essa risulta fin a certo punto indipendente, e d'ordinario è più elevata di quella del mezzo esterno.

Infatti, in niuna parte sulla terra il calore riesce cotanto grave da non potervi sussistere verun organismo, mentre invece, verso i poli, esso diminuisce al grado di rendere impossibile ogni vita. Così pure, generalmente parlando, la vita organica è più attiva e più svariata nelle contrade e nelle stagioni calde che nelle fredde. In questo rapporto si esprime il carattere della vita. Dapprima, essa dipende fin a certo punto dal mondo esterno; abbisogna di essere circondata da cose appropriate, come altresì dal potere di resistere alle circostanze sfavorevoli, finchè esse non hanno troppo impero, e di mantenersi in certa indipendenza a loro riguardo. In secondo luogo, una temperatura d'ordinario superiore a quella del mezzo esterno, corrisponde alle diverse operazioni della vita; condizione del

loro adempimento, è dessa, alla sua volta, prodotta e mantenuta da esse, e costituisce, per conseguenza, un membro organico della vita.

1.° Il calore dilata, rammollisce, fluidifica, volatilizza; compartisce agli umori la loro fluidità, rende possibile la loro penetrazione nelle parti solide, la loro separazione ed evaporazione, il loro cambiamento di composizione, e procura al sangue la espansione che gli è necessaria, alle parti molli la flessibilità e la estendibilità di cui abbisognano. Aumentando la espansione, esso stabilisce un rapporto più intimo, un conflitto più vivo tra i differenti membri dell'organismo, cui esso fa uscire ciascuno dal suo isolamento, e di cui esso riporta l'attività all'esterno. In tal maniera, esso fonda non solo l'attività delle forze chimiche e l'azione reciproca delle differenti sostanze, ma inoltre i fenomeni dinamici della vita animale, il sentimento ed il movimento; giacchè la sua influenza avendo per risultato che ogni membro tende ad uscire dai suoi limiti e ad entrare in azione in altri, risulta da ciò che tutti si ravvicinano e s'intrecciano al punto di produrre più gagliarda reazione.

2.° Siccome l'organismo è un corpo che si determina da sè stesso, la vita produce essa pure il calore proprio che è la condizione della sua manifestazione, ed essa lo produce in parte per la natura dei suoi tessuti, in parte pel modo di sua attività plastica. In quanto al primo punto, i tessuti organici sono generalmente cattivi conduttori del calorico, vale dire poco proprii a propagare certe variazioni di temperatura avente la loro causa determinante all'esterno. Infatti, mentre che un corpo denso resiste maggiormente all'azione dilatante del calore, e lo conduce altresì con più forza, certo tessuto molle, simile alla maggior parte di quelli che costituiscono la sostanza animale, cede viemmeglio alla influenza del calore, e l'assorbé in qualche guisa, sicchè ha men potere di propagarlo. Così la vita stessa crea una grossa pelliccia per garantirsi dai rigori dell'inverno che si avvicina (§. 617). Ma, dopo la morte, il corpo si pone, benchè lentamente, in equilibrio colla temperatura ambiente. Il calore è adunque prodotto dall'esercizio della vita, e sta in ragione diretta dell'energia di quest'ultima. L'uovo capace di svilupparsi fuori del corpo materno, resiste bensì, fin a certo punto, mediante la sua vitalità, alla influenza della temperatura esterna (§. 330); ma, nel suo principio, la vita non è ancora abbastanza forte per isviluppare calore, e siccome essa ne abbisogna tuttavia per uscire dal suo sonno ed entrare in esercizio, i rapporti naturali sono disposti in modo che del calore esterno viene comunicato, tanto all'uovo ed all'embrione (§. 358, I) quanto al nuovo individuo liberato dai suoi involucri (§. 517, II). Il calore esterno costituisce egualmente

una condizione della procreazione, e la favoraggia (§§. 243, 1.º; 245, 2.º; 296, 1.º).

II. La produzione del calore non manca in verun grado della scala organica.

1.º È dessa di raro percettibile nei vegetali. La differenza di temperatura fra questi ultimi e l'aria, dipende specialmente e dal poco poter conduttore della sostanza vegetabile, e dalla immersione delle radici nel suolo, la cui temperatura varia meno di quella dell'aria. La temperatura dell'interno di un tronco di albero è più elevata di quella dell'atmosfera in estate e più bassa in inverno; la differenza ordinariamente risulta di circa un grado, ma va talvolta assai più in là; per tal guisa, secondo Salomè, essa non variava che tra nove e diciannove gradi, mentre che le variazioni di quella dell'aria trovavansi comprese tra due e 26 gradi; Schubler (1) la rinvenne di — 1,75 per un freddo di tredici gradi sotto lo zero, e di sedici a 19 gradi per un calore di 24 gradi. È dessa più elevata la mattina, più bassa a mezzodi e nella sera di quella dell'aria, e siccome tale differenza accade eziandio in inverno, così non può dipendere dalla traspirazione delle foglie (2). Però avendo trovato Schubler (3) la differenza tra la temperatura vegetale e quella dell'atmosfera tanto più considerabile quanto più grosso era l'albero, se vi si immergeva il termometro più vicino a terra, e se la temperatura esterna aveva variato con grande rapidità, considera egli il calore dei vegetali come l'unico risultato di una facoltà conduttrice del calorico pochissimo sviluppata e delle connessioni col suolo; tuttavia osserva egli che i tronchi morti differiscono per tal riguardo dai tronchi vivi, sebbene di una quantità pochissimo considerabile. Vrolik (4) trovò la temperatura più bassa nell'interno di una foglia di pianta grassa di quello che all'aria esterna, ed egli vide alcune foglie, le quali resistevano al freddo invernale, gelarsi prestamente quando erano state schiacciate. La differenza di temperatura che Hermbstedt aveva osservata nei navoni, nelle carote e simili, proviene unicamente, secondo Goeppert (5), dalla poca conducibilità della sostanza vegetabile. Ma la elevazione di temperatura di 2 in 20 gradi R. fu di frequente osservata

(1) *Untersuchungen ueber die Temperatur veraenderungen der Vegetabilien*, p. 9.

(2) Halder, *Beobachtungen ueber die Temperatur der Vegetabilien*, p. 5.

(3) *Loc. cit.*, p. 6, 8, 13.

(4) *Confronta Reil, Archiv*, t. III, p. 394. — Raspail, *Nuovo sistema di fisiol. vegetale*. Parigi, 1837, t. II, p. 355.

(5) *Ueber die Waermeent wiekelung in den Pflanzen*. Breslavia, 1830, p. 164.

nei fiori, non solo di molte specie di *arum* (§. 247, 6.^o), ma inoltre di diverse altre piante, come la *colocasia odora*, la *bignonia radicans*, e simili. Goeppert (1) scoprì altresì che durante la germinazione dei semi e dei tubercoli, si sviluppa un calore, il quale oltrepassa talvolta la temperatura esterna di circa 15 gradi R., che questo fenomeno accade eziandio nelle piante in cui già sviluppossi dello zucchero e la cui vegetazione fu qualche tempo interrotta, che non la si scorge mica quando i semi furono contusi o trattati coll'alcool, e che in conseguenza il calore non è prodotto qui da una operazione puramente chimica. Si convinse egli pure finalmente che svolgesi calore per tutta la durata dell'accrescimento; giacchè il termometro, posto vicino a molte piccole piante rinserratissime le une contro le altre, si elevava di uno in due gradi R. al disopra della temperatura atmosferica. Dutrochet (2) dimostrò egualmente, mediante la termo-elettricità, prodursi calore nei vegetali.

2.^o Fu il calore rifiutato agli animali senza vertebre, del pari che ai pesci ed ai rettili, da Trevirano fra gli altri (3). Se Peron trovò una temperatura superiore di tre gradi a quella della superficie del mare, in certi ammassi di polipi tratti dalle profondità dell'Oceano, potrebbesi credere che questo calore fosse stato comunicato dal fondo del mare. Ma riconobbe Spallanzani che se un solo lumacone non influiva sul termometro, molti riuniti lo facevano ascendere da un terzo di grado a mezzo grado. Secondo Hunter (4), esso innalzossi di 2,25 gradi di F. di mezzo a quattro lumaconi, di un grado di mezzo a molte sanguisughe, e di due gradi di mezzo a parecchi lombrici. Rinvenne Pfeiffer la temperatura del mitolo degli stagni superiore di 0,25 gradi R. a quella dell'acqua, e Rudolphi (5) quella dell'interno del corpo di un gambero più elevata di circa sei gradi di quella dell'aria. Huber, Juch, Rengger, Nobili, Melloni, G. Davy, Newport e Berthold dimostrarono prodursi calore negli insetti. Per asserzione di Berthold (6), la temperatura di 50 scarabei era di 0,25 in 0,75, quella di 60 bruchi di 0,5 in 1,5, l'altra di 30 bordini di 1 in 2 gradi, quella di un alveare di 7° R. superiore a quella dell'atmosfera.

(1) *Ueber die Waermeentwicklung in der lebenden Pflanze*. Vienna, 1832.

(2) *Resoconto delle sedute dell'Accad. delle sc.*, t. VIII, p. 908. — *Mem. anat. e fisiolog. sui vegetali e sugli animali*, t. I.

(3) *Biologia*, t. V, p. 19. — *Die Erscheinungen des Lebens*, t. I, p. 416.

(4) *Observations on certain parts of the animal oeconomy*, p. 105.

(5) *Grundriss der Physiologie*, t. I, p. 173.

(6) *Neue Versuche ueber die Temperatur der kaltbluetigen Tiere*. Göttinga, 1835, p. 35.

3.° Avevasi già da gran tempo osservato (1), ed i moderni comprovarono di nuovo, che gli animali vertebrati a sangue freddo non sono totalmente sprovveduti di calor proprio. Osservò Hunter che l'acqua circondante immediatamente un pesce gela più tardi, e che la temperatura è più elevata di circa 3,5 gradi F. nello stomaco di una carpia di quello che essa lo sia nell'acqua. Valuta Despretz (2) la differenza a 0,78 C. per le tinche, e 0,86 pei carpi. G. Davy (3) osservò che la temperatura era superiore a quella dell'acqua di 0,2 in un pesce volante, di 1,1 in una truta, di 1,3 fra i muscoli della coda di uno squalo, e di 10° nella carne di una bonite (*scomber pelamis*). Secondo Becquerel e Breschet (4), una carpia aveva mezzo grado centigrado di calore più che l'acqua. Pari cosa avviene nei rettili. La temperatura dell'aria era inferiore di quattro gradi a quella dello stomaco di una rana, e di dieci a quella di una vipera, secondo Hunter (5). Dice Edwards che a 15° centigradi, la temperatura delle rane è più elevata di un grado e mezzo in due gradi (6). Trovò G. Davy il calore delle lucertole superiore di 1,2 C., quello delle tartarughe di 0,9-3,9, quello dei serpenti di 1,1-3,9, al calore esterno. Fece Berthold (7) analoghe osservazioni; tuttavia osservò egli che puossi facilmente essere indotti in errore, non pigliando i rettili la temperatura del mezzo esterno che con estrema lentezza, e talvolta soltanto dopo molte ore.

4.° Il calore proprio degli uccelli è di 30° in 35° R.; nei palmipedi trovasi proporzionalmente il più debole, e nei passerii il più elevato. È desso di 28° in 32° R. nei mammiferi, e nell'uomo, termine medio, di 29 a 29 1/2.

§. 995. Sviluppasi quindi calore ovunque dove la vita esiste. Ma siccome non possiamo parteggiare la opinione degli antichi, che lo credevano identico col principio della vita, così non potremmo contentarci di una spiegazione generale, la quale si limita a dire essere desso generato dalla forza vitale. Infatti, sebbene la sua essenza entri nella idea della vita, questa non può tuttavia produrlo se non coll' intervento delle forze generali dell' universo.

(1) *Haller, Elem. physiolog., t. II, p. 28.*

(2) *Annali di chimica, t. XXVI, p. 338.*

(3) *Ivi, t. XXXIII, p. 194.*

(4) *Archivii generali, 2.a serie, t. VIII, p. 255.*

(5) *Loc. cit., p. 30.*

(6) *Loc. cit., p. 193.*

(7) *Loc. cit., p. 40.*

I. Il calore, considerato in generale, è una forza espansiva sciolta da qualunque conflitto colla forza contrattiva. Infatti, è dessa prodotta da tutte le circostanze nelle quali evvi contrazione.

1.° Meccanicamente, dalla pressione, dallo sfregamento, dall'urto, dalla percussione.

2.° Chimicamente, da qualunque conflitto di sostanze eterogenee affini, che fa sparire la differenza esistente tra queste sostanze, esaurisce la loro forza chimica ed opera una condensazione.

3.° Dinamicamente, per l'azione coercitiva della terra sopra la luce solare, e pei conflitti delle elettricità positiva e negativa che rinvencono alcuni ostacoli alla loro neutralizzazione reciproca.

Per determinare quale è la maniera con cui il calore si sviluppa nella vita, uopo è aver riguardo ai diversi rapporti di quest'ultima in quanto essi influiscono sul grado di calore, e dapprima a quelli di località.

II. Siccome il corpo organizzato è, prescindendo da rare eccezioni, più caldo dei corpi che lo circondano, deve riscaldarli, e perdere esso stesso del calore nei punti pei quali trovasi posto secoloro a contatto. Deve adunque avere una temperatura più elevata nel suo interno che alla propria superficie, sicchè il calore da esso generato scorre del continuo dall'interno all'esterno.

III. In conseguenza, la temperatura è più elevata negli spazii interni.

1.° Il sangue dell'uomo ha un calore di 30° in 31° R. quello che fluisce da un vaso cutaneo è men caldo di alcuni gradi.

2.° Becquerel e Breschet trovarono la temperatura dei muscoli del braccio di 29,33 gradi R., e, termine medio, più elevata di 1 a 17 gradi di quella del tessuto cellulare succutaneo, il quale risulta più avvicinato alla superficie del corpo, e riceve men sangue.

3.° Il calore è più elevato nell'interno delle cavità rivestite di membrane mucose che alla loro entrata. Introdusse Hunter (1) un termometro nell'uretra, e trovò che segnava 26,6 gradi ad un pollice di profondità, 27,1 a due pollici, 27,5 a quattro pollici, e 28,8 R. al bulbo. Nel retto, la temperatura è per solito di 29° e $\frac{1}{2}$; è dessa tale altresì nella bocca, sotto la lingua, mentre al disopra di quest'organo, riesce meno elevata, a motivo dell'aria inspirata. Le esperienze di Beaumont comprovarono che essa è di 30,2 gradi nello stomaco.

4.° La temperatura dell'alito è, secondo Martin, di 26° in 27°

(1) *Observations on certain parts of the animal economy*, p. 95.

quella dell' orina e del latte, alla loro uscita dal corpo, di 28, 6.° gradi R., in generale.

5.° È dessa più elevata nella piegatura delle articolazioni che nell' altro lato ; la si rinvenne di 22° nell' ascella, e di 28° nel garretto.

IV. Una parte ravvicinata al mezzo della lunghezza del corpo, e di cui la massa risulta considerabile in proporzione della superficie che essa presenta, è più calda di altra parte men densa e più avvicinata alle estremità.

1.° Giusta le osservazioni praticate da Martin per tutto un anno, la temperatura della superficie esterna era, nel basso-ventre di 28° in 30° R., al petto di 26,4 in 29,6 ; alla mano di 23,2 in 29,6 ; al piede di 16 in 27. G. Davy (1) trovò sopra del bellico 28° ; al petto 27,1 in 27,5 ; nella coscia 27,5 ; nella gamba 26,2 in 27,1 ; nel mezzo della pianta del piede 25,7.

2.° La temperatura risulta più elevata specialmente negli organi che toccano immediatamente il diaframma. Per tal guisa, secondo Hunter (2), essa era, in un cane, di 30,4 nel retto ; di 30,5 nella sostanza del fegato ; di 30,6 nello stomaco e nel ventricolo destro ; in un moscardino intormentito (3) di 19° nel mezzo della cavità addominale ; 21° sotto del diaframma, e 22.° nel fegato. La trovò G. Davy (4), in un agnello ucciso da un quarto di ora, di trentadue gradi nel mezzo del cervello, 32,2 nel retto, 32,4 nella faccia inferiore del fegato e nel ventricolo destro, 33 nella sostanza del fegato e del polmone, 33,3 nel ventricolo sinistro. Si comprende da tutto ciò, come l' uomo cui Currie (5) espose affatto nudo al freddo, si lagnasse principalmente di sensazioni spiacevoli alla fossetta dello stomaco, e perchè l'applicazione di una vescica piena di acqua calda sopra di questa regione fosse ciò che gli procurasse maggior sollievo.

3.° Analoga differenza accade tra i vasi sanguigni, secondo che essi sono più o meno ravvicinati al cuore. Becquèrel e Breschet trovarono la carotide più calda di 0,15 gradi dell' arteria crurale, e la vena jugulare esterna di 0,30 che la vena crurale.

(1) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. II, p. 313.

(2) *Loc. cit.*, p. 102.

(3) *Loc. cit.*, p. 98.

(4) *Loc. cit.*, p. 314.

(5) *Philos. Trans.*, 1792, p. 213.

bb. CAUSE DEL CALORE.

§. 996. Giusta tutto questo potrebbesi presumere che il calore abbia la sua origine propriamente detta negli organi che toccano immediatamente il diaframma, e che dessa non faccia che comunicarsi da di là alle altre parti del corpo. Infatti, si credette trovare questa origine ora nello stomaco, ora nel cuore o nei polmoni.

I. Hunter riguardava come cosa probabilissima che lo stomaco sia il centro del calore animale. Rigby, prima di esso, aveva fatto provenire quest'ultimo dalla digestione, la quale gli pareva essere soltanto un lavoro di fermentazione. Più tardi, Hermbstaedt l'attribuì alla decomposizione dell'acqua nello stomaco, ed al passaggio dell'ossigeno dalla forma liquida alla forma solida.

1.° Si allega inoltre, in appoggio di questa ipotesi, che la sensazione di calore parte dalla regione epigastrica, che il calore scema quando la digestione si compie malamente, o dopo l'uso dei purganti, che gli alimenti e le bevande di natura stimolante l'accrescono, che il mangiare riscalda il corpo e lo preserva dalla congelazione, che il nutrimento troppo abbondante, massime animale, scalda troppo e predispone alle infiammazioni, e che la pelle, come organo espansivo del calore, fa antagonismo, sotto quest'aspetto, allo stomaco, di cui al contrario le connessioni simpatiche con l'encefalo sono causa che le emozioni morali accrescano il calore del corpo.

2.° Molti di questi argomenti sono troppo insignificanti per meritare che vi ci fermiamo; ma, prescindendo dalla loro debolezza, devesi rigettare la spiegazione, perchè la energia della digestione non è in ragione diretta del calore animale. Gli animali a sangue freddo sono posti molto basso al disotto degli animali a sangue caldo sotto l'aspetto del loro calore proprio come sotto quello della loro facoltà digerente. Ne insegna Newport (1) che la temperatura di un bruco, il quale consuma, in 24 ore, tre volte il proprio peso di alimenti, è di 0,9 in 1,5 gradi F., mentre l'altra della farfalla, la cui digestione riducesi quasi a niente, ascende fin a 5 ovvero 10 gradi. Beaumont (2) trovò, introducendo un termometro nella fistola gastrica, che la temperatura dello stomaco non ascendeva durante la digestione. In conseguenza se, come osservò Martin, la temperatura dell'uomo a digiuno è inferiore di quella dell'uomo che mangiò, il quale

(1) *Froriep, Neue Notizen, t. IV, p. 229.*

(2) *Neue Versuche ueber den Magensaft, p. 45, 91.*

specialmente prese cibi confortanti e stimolanti, quest'effetto non proviene mica dall'azione dello stomaco, sibbene dallo stato generale dell'eccitamento. D'altronde, è di consueto che patiscansi brividi nel principio della digestione, e se farsi sentire allora del calore, costituisce esso sempre un fenomeno morboso. Le osservazioni fatte da G. Davy (3) sopra popoli diversi, ebbero per risultato che la temperatura dell'uomo rimane la stessa, vivi desso di carni, o di vegetali, o di alimenti misti.

II. Il calore si genererebbe nel cuore, secondo Platone, mediante il bollimento del sangue; secondo Silvio, mediante la fermentazione risultante dal miscuglio del sangue della vena cava superiore, reso acido mediante la linfa affluente, con quello della vena cava inferiore, al quale alcuni materiali, provenienti dalla bile, procurarono il carattere alcalino; secondo Willis, mediante la combinazione dello zolfo contenuto negli alimenti col sale proveniente dal fermento dello stomaco. Si dimostrò già da gran tempo che tutte queste ipotesi non hanno verun fondamento. Insegnò la esperienza che il cuore non può essere considerato come il fomite della produzione del calore, dappoichè, giusta le osservazioni di G. Davy (4), la temperatura del ventricolo destro non è che di 32,8 gradi R., mentre quella del parenchima epatico e polmonare ascende a 33; avendo queste stesse esperienze fatto vedere che la temperatura del ventricolo sinistro e del sangue della carotide è di 33,3 gradi, esse stabiliscono, doversi riportare al sangue arterioso la causa del calore.

III. Ciò ne conduce alla ipotesi secondo la quale il calore è prodotto nei polmoni. Haller, fra gli altri, fu condotto a siffatta teorica (5) dalla considerazione di due fatti, cioè che il sangue venoso scalda l'aria nella respirazione, e che il sangue arterioso non risulta maggiormente freddo del sangue venoso.

1.° Attribuiva Stahl il fenomeno alla condensazione del sangue. Crawford, insistendo sopra l'analogia, già veduta da lungi e riprodotta da Priestley, fra la combustione e la respirazione, sostenne che quest'ultima funzione è la sorgente del calore animale. Lavoisier, le cui ricerche fecero meglio conoscere i fenomeni chimici della respirazione e della combustione, si occupò altresì delle cause alle quali il calore va riportato. Lo fece egli dapprima provenire unicamente da ciò che l'ossigeno, il quale si unisce al carbonio del sangue durante la respirazione, lascia svolgere, perdendo la sua forma di gas, il calore mediante cui esso era costituito allo stato di

(1) *Annali di chimica*, t. XXXIII, p. 181.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. II, p. 314.

(3) *Elem. physiol.*, t. III, p. 346.

fluido aeriforme. Ma più tardi, dopo aver calcolato con Laplace la quantità dell'acido carbonico prodotto dalla respirazione, ricercato quanto ghiaccio si fonde durante la formazione di certa quantità di quest'acido, e paragonato il risultato tanto col grado di calore animale che col suo potere dissolvente del ghiaccio, trovò che la formazione dell'acido carbonico nella respirazione non basterebbe per dar origine al grado esistente di calore; in conseguenza egli ammise che il soprappiù di quest'ultimo venga dalla combustione dell'idrogeno. Despretz (1) fece ricerche ancora più esatte sul grado di calore che si sviluppa durante la combustione di una determinata quantità di carbonio e d'idrogeno, non che sopra quella dell'acido carbonico e dell'acqua che vengono espirati; il risultato di più di duecento esperienze fu che se dell'acido carbonico e dell'acqua si producono per combustione nella respirazione, non può provenire da tale sorgente che 0,7 in 0,9 del calore reale del corpo animale, di cui rimane per conseguenza 0,1 in 0,3 che devono prendere origine altrove che nei polmoni. Analoghe ricerche di Dulong (2) avevano stabilito che la formazione dell'acido carbonico nella respirazione produce 0,49 in 0,55 del calore degli animali carnivori, e 0,65 in 0,75 di quello degli erbivori, e che sebbene vi si aggiunga pure una formazione di acqua, la respirazione non genera però, nella totalità, che 0,69 in 0,80 del calore animale.

2.° Ma tutta questa teorica cade dinanzi la prova perentoria che non si produce acido carbonico ned acqua nei polmoni, e che queste sostanze vi sono solamente svolte dal sangue venoso che le conteneva (§§. 875 10.°; 974, 4.°—10.°). Neppur si scorge veruno svolgimento di calore quando del sangue venoso, esposto al contatto dell'aria atmosferica, esala gas acido carbonico ed assorbe gas ossigeno.

3.° Decapitò Brodie (3) alcuni animali, dopo aver legato ad essi i vasi del collo o tagliata loro la midolla spinale, e vi inoculò, o del voorara, o dell'acido cianidrico, e trovò che la respirazione artificiale, sebbene facesse continuare la circolazione, non manteneva il calore animale, che all'opposto questo scemava ancora più rapidamente di quello che in altri animali uccisi di recente, ma nei cui polmoni non soffiavasi aria. Tuttavia Hale (4) ha benissimo osservato che un animale soggetto alla respirazione artificiale di un'aria freddissima, dopo essere stato posto a morte mediante la sezione della midolla spinale, si raffreddava più prestamente di

(1) *Annali di chimica*, t. XXVI, p. 338.

(2) *Giornale di Magendie*, t. III, p. 50.

(3) *Reil, Archiv.* t. XII, p. 140.

(4) *Meckel, Deutsches Archiv*, p. 211.

un altro abbandonato a sè stesso dopo la sua morte; ma esso riscontrò eziandio certi casi in cui, nello spazio di un' ora, il calore scema di dieci gradi F. soltanto, sotto la influenza della respirazione artificiale, e di quattordici gradi e mezzo senza questa influenza. Gamage (1), Emmert (2), Westrumb (3) e Williams riconobbero che la respirazione artificiale rallenta alquanto il freddamento degli animali uccisi mediante la sezione della midolla spinale. Trovò Krimer (4) che questa respirazione differisce molto dalla respirazione naturale, e che dessa scema il calore eziandio negli animali sani. Giusta le osservazioni di Wilson (5), gli animali nei quali praticossi il taglio della porzione cervicale della midolla spinale si raffreddano più presto, quando soffiossi loro aria nei polmoni a molte riprese diversamente prossime, che nel caso opposto. Di tutti i fisiologi, Legallois (6) è quello che maggiormente approfondì questo quesito, ed ecco quali sono i risultati, ai quali esso pervenne. Gli animali a cui tagliasi la testa, o la midolla spinale immediatamente dietro l'osso occipitale, si freddano d'ordinario alquanto più presto per effetto della respirazione artificiale che quando non si ricorse a tal mezzo; nondimeno la differenza è tutt'al più di due gradi R. in capo ad un' ora e mezzo. Però bisogna prendere in considerazione che, mantenendo la respirazione artificiale la circolazione del sangue, la traspirazione risulta più abbondante, e che, in conseguenza, perdesi più calore, oltre che le condizioni, nelle quali si colloca così l'animale, non sono punto normali. Infatti, in alcuni conigli viventi cui si si era limitati legare sdraiati sul dorso, il calore scemò di uno in 2,4 gradi R., nello spazio di un' ora e mezzo, perchè la respirazione era stata angustiata; però gli animali consumavano qualche volta altrettanto ed anche un po' più di ossigeno che allo stato di libertà, massime allorquando i lacci erano poco stretti, l'aria calda ed il tempo sereno.

4.° L'aria si scalda nei polmoni, e quando si si scaldò molto, sentesi sollievo facendo profonde inspirazioni. Ecco perchè gli antichi, Platone ed Aristotile fra gli altri, attribuivano alla respirazione la influenza rinfrescante. Questo effetto non può provenire dal passaggio dell'acido carbonico dallo stato liquido allo stato gazooso, perchè la quantità di questo gas riesce minore di quella dell'ossigeno che passa dall'atmosfera nel sangue. Non

(1) *Medicinish-chirurgische Zeitung*, 1818, t. II, p. 242.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. I, p. 184.

(3) *Ivi*, t. II, p. 533.

(4) *Physiologische Untersuchungen*, p. 176.

(5) *Ueber die Gesetze der Functionen des Lebens*, p. 161.

(6) *Opere*, Parigi, 1824, t. II, p. 1-91.

possiamo adunque ascriverlo che alla traspirazione polmonare; ma questa non è a quella della pelle che come 1 : 1,57 (§. 817, 6.^o), sicchè il rinfrescamento non può crescere se non in quanto l'aria è più spesso rinnovata, ed i polmoni se ne liberino subito che essa si è scaldata. Siccome la temperatura rimane la stessa nei polmoni, la perdita deve essere compensata da qualche cosa; ma una sola verità da ciò emerge, ed è che il calore non si produce meno nei polmoni di quello che in altri organi.

5.^o Se i polmoni avessero per funzione esclusiva di produrre calore, la temperatura dovrebbe esservi più elevata che ovunque altrove. Noi non affibberemo veruna importanza alle osservazioni praticate da Brodie (1), il quale dice che la temperatura vi era di 0,9 ad 1,3 di grado R. minore che nella cavità addominale, giacchè Hale la trovò, all'opposto, più elevata di mezzo grado. Ma Davy, il quale non prese veruna parte alla discussione sul producimento del calore animale nei polmoni, osservò in questi organi la stessa temperatura che nel fegato.

6.^o Il più forte argomento che si possa allegare in favore della produzione esclusiva del calore nei polmoni, è che non solo il sangue arterioso sia più caldo del sangue venoso (§. 751, 2.^o), ma inoltre il ventricolo sinistro del cuore ha una temperatura, la quale oltrepassa quella di tutte le altre parti del corpo, come osservò Davy (2). Saissy (3) aveva egualmente osservato, in diversi animali, che il calore della orecchietta polmonare superava sempre di mezzo grado R. quello del ventricolo aortico. Secondo Becquerel e Breschet, il sangue arterioso è più caldo del sangue venoso di 0,7 in 0,8 di grado R.

7.^o Ma, se riflettiamo che la temperatura varia spesso assai, nelle diverse parti del corpo, senza che le circostanze esterne esercitano a tal riguardo veruna influenza, che, per esempio, essa si abbassa nelle membra paralizzate, cresce negli organi infiammati, diviene più forte nella palma delle mani e nella pianta dei piedi nella febbre etica, aumenta nella testa e scema nei piedi nella corizza, rimarremo convinti succedere in tutto l'organismo, e non in una sola delle sue regioni, lo sviluppo di calore, e che la formazione del sangue arterioso mediante la respirazione non è che una condizione di tale sviluppo.

§. 997. Il grado di calore animale corrisponde sempre all'attività ed alla energia della vita.

1.^o Il calore è più considerabile nel neonato (§§. 517, 4.^o, 5.^o; 534, 4.^o);

(1) *Loc. cit.*, p. 140, 144.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. II, p. 314.

(3) *Ricerche sugli animali ibernanti*, p. 59.

aumenta durante i progressi della vita (§§. 539, 2.°; 556, 3.°), e si abbassa nella età avanzata (1) (§. 588, 4.°). Despretz (2) lo rinvenne di 28 gradi R. dopo la nascita; 29,4 a diciotto anni; 30 ai trent'anni, e 29,6 ai sessantotto.

2.° Martin riconobbe che esso risulta minore di un grado ad un grado e mezzo negli individui di temperamento flemmatico.

3.° Osservò desso altresì che il basso-ventre diveniva più caldo di alcuni gradi sotto la influenza dei purganti, prima che fossero comparse evacuazioni. Qualunque stimolo eleva egualmente la temperatura della parte sopra cui esso opera. La produzione del calore viene eziandio determinata dalla costituzione più o men eccitante dell'atmosfera. Trovò Beaumont (3) la temperatura dello stomaco di 27 in 28 gradi R. in tempo nubiloso ed umido, e di 30, al contrario, in tempo sereno e caldo.

4.° Un aumento di calore in tutto il corpo si scorge negli animali in frega (§. 247, 6.°), e durante il parto (§. 283, 2.°); ne succede uno di locale nella covatura (§. 346, IV), nella gravidanza (§. 346, 4.°) e nella dentizione (§. 543, 5.°). Secondo Martin, il latte di una capra era di 29,5 gradi R. durante la frega e di 28 durante la gestazione. La temperatura della matrice risultava, secondo Granville (4), di:

33,7 gradi R. durante il parto normale.

32,4 — — dopo il secondare.

30,2 — — in un aborto di sette mesi.

28,2 — — in un parto col forcipe.

39,1 — — durante i forti dolori.

34,6 — — dopo la uscita del bambino.

36,8 — — in seguito a parto laborioso.

5.° Osservò Hunter un' elevazione di calore men considerabile di quanto egli aspettavasi in certe parti animali nelle quali aveva determinato la infiammazione. Pannolini imbevuti di acqua a 7 gradi F., ed applicati sopra glandole infiammate, avevano una temperatura di 25 gradi quando si ritirarono. Secondo Thomson (5), la temperatura del sangue

(1) *Ricerche sulle malattie della vecchiaia. (Mem. dell'Accad. reale di med. Parigi, 1840, t. VIII, p. 1 e seg.)*

(2) *Annali di chimica, t. XXVI, p. 338.*

(3) *Loc. cit., p. 90.*

(4) *Home, Lectures, t. V, p. 200.*

(5) *Trattato medico-chirurgico della infiammazione. Parigi 1827, in 8.°*

ascende talvolta a 34 gradi R. nelle malattie infiammatorie (1). Questo liquido si raffredda più lentamente all'aria, secondo Lauer (2). Nelle febbri, la temperatura del corpo ascende talvolta di alcuni gradi (3). Rinvenne Parrot, in una febbre intermittente leggera, che il rapporto della temperatura, durante il periodo del freddo, stava a quella del periodo del caldo : : 22,5 : 29,5 nella mano, : : 26 : 30 nella bocca, : : 29 : 32 nel petto. Osservò Martin durante il freddo, 20,8 gradi R. nella mano, e 28,8 nel petto; durante il calore, 33,5 nella mano; durante il sudore, 25,5 nella mano, 27,2 nel petto, e 28,8 nella orina. Il calore si abbassa nel momento della morte (§. 633, 9.º). Dice Krimer (4) aver veduto la temperatura aumentarsi immediatamente prima della morte, in animali ai quali esso aveva tolto il cervelletto.

6.º Certi cadaveri si freddano con tanta lentezza da sembrare che una vita semplicemente parziale sia capace di sviluppare ancora un po' di calore (§. 634). G. Davy aperse molti cadaveri di giovani, due in sei ore dopo la morte; la temperatura, sotto il ventricolo aortico, era di 25° in 36° R. vale dire di 8° in 17° superiore a quella dell'aria. Quella sotto del fegato risultava di 24° in 35°; tuttavia le malattie che avevano prodotto la morte non permettevano di trarre veruna conclusione relativamente alla causa di questi fenomeni (5). Osservò egualmente Dehaen alcuni cadaveri di cui, 15 ore dopo la morte, la temperatura della superficie oltrepassava ancora di 9° in 10° R. quella dell'aria.

§. 998. I. Siccome svolgesi calore in tutte le parti viventi, ma che il sangue costituisce quanto avvi di comune in tutte queste parti, e che l'armonia tra le circostanze della vita e la intensità del calore animale può essere riportata alla maggior o minor energia della vita del sangue, è in quest'ultimo che dobbiamo cercare la sede della produzione del calore. Infatti, il sangue, massime l'arterioso, sembra essere quanto evvi di più caldo nel corpo, la qual cosa fa altresì che, quando accada un'emorragia interna, soffresi un senso di calore più intenso del consueto nelle parti toccate dal liquido che si sparge.

1.º Più un organo riceve vasi sanguigni, maggiormente caldo risulta; la freschezza del naso, nella epistassi, che Hunter (6) allega contro

(1) Krimer, *Versuch einer Physiologie des Blutes*, p. 245.

(2) *Literarische Annalen der Heilkunde*, t. XVIII, p. 282.

(3) Vedi Bouillaud, *Clinica medica dello spedale della Carità*. Parigi, 1837, t. II, p. 166.

(4) *Physiologische Untersuchungen*, p. 158, 173, 556.

(5) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1830, t. III, p. 380.

(6) *Observations on certain parts of the animal economy*, p. 91.

questo assioma, procede dalla poca grossezza della pelle e dall'abbondanza della traspirazione; laddove si trovano grossi vasi, ed ove la massa del sangue è considerabile, la pelle sottogiacente possiede una temperatura elevata. Per tal guisa trovò G. Davy (1):

27,1 gradi R.	sopra della sesta costa destra.
27,5 —	sopra la sinistra, dove batte il cuore.
27,5 —	nel mezzo della coscia
28,6 —	all'inguine
26,4 —	nel mezzo della tibia
27,1 —	nel mezzo del polpaccio.

Secondo che una parte riceve più o men sangue del consueto, e che essa arrossa od impallidisce, il suo calore aumenta o si abbassa; l'intormentimento delle dita, che proviene dalla votezza passeggera dei vasi, va accompagnata da freddo. Quando si lega l'arteria di una parte, il calore di questa scema; così, ad esempio, la temperatura di una coscia colta da aneurisma era di 27° R.; dieci minuti dopo la legatura dell'arteria crurale, essa non era più che di 24, e mezz'ora più tardi, di 23 (2). Negli animali, ai quali Chossat (3) legava l'aorta sopra il diaframma, il calore si abbassava di circa due gradi in un'ora.

2.° La pletora va accompagnata da elevazione della temperatura, la quale scema, all'opposto, quando la ematosi si eseguisce malamente, o se fuvi perdita di sangue. In un caso di febbre, per esempio, il calore dopo un salasso, scese rapidamente da 31° a 26°, ed anche a 22.° quando avviene un deliquio (4); durante un salasso esso si abbassò di un grado e mezzo, ed il giorno dopo ancora esso era minore che pel passato. Quando Busch faceva perire un cane, e gli apriva l'aorta ventrale (5), la temperatura del retto scendeva in 5 minuti dai 30,6 gradi R. a 28,8, ned era più che di 26,6 in capo a mezz'ora.

3.° Però tutti questi effetti non possono accadere che alla condizione di certo rapporto tra il sangue e l'attività vitale. L'accumulamento del sangue sparso nelle contusioni non cagiona calore, come fa nella

(1) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. II, p. 313.

(2) *Home Lectures*, t. V, p. 201.

(3) *Annali di chimica*, t. XVI, p. 48.

(4) Rudolphi, *Grundriss der Physiologie*, t. I, p. 186. — Bouillaud, *Clinica medica*, t. II, p. 167.

(5) *Experimenta quaedam de morte*, p. 21.

infiammazione. Un membro, la cui principale arteria è legata, diviene, dopo qualche tempo, più caldo di quello del lato opposto, pel motivo che, sebbene nella totalità riceva men sangue, i suoi vasi capillari sono più riempiti dai rami collaterali, e questo aumento gli stimola vieppiù, in conseguenza del vuoto che in essi si effettua (1). Medesimamente, accade talvolta che il calore, il quale aveva scemato subito dopo un salasso, divenga, dopo una o più ore, più gagliardo di quanto lo era prima, stante che, quando la massa del sangue trovasi alquanto diminuita, la vita di questo liquido acquista maggior energia ed il polso si rialza; ma se, in generale, il calore sta in ragione diretta della pienezza e della frequenza del polso, sicchè lo si trovi ordinariamente più forte la sera che nel mattino, tuttavia non è cosa rara riscontrare eccezioni a tal regola, per esempio, in certe febbri, le quali hanno per punto di partenza, non già precisamente il sistema sanguigno, ma un'affezione nervosa; una operazione plastica anormale locale può, sebbene il polso sia piccolo, determinare uno sviluppo straordinario di calore, come osservò Dehaen, per esempio, in un caso di cancro al seno; così pure, la temperatura può rimanere la stessa in una parte in onta dell'eccitamento del sistema vascolare, giacchè Hunter, fra gli altri (2), vide il calore del retto non cambiare, sebbene il numero delle pulsazioni fosse ascenso dalle 73 alle 87 per effetto di copioso pranzo, largamente annaffiato di vino. Brodie (3) trovò che la respirazione artificiale, negli animali decapitati, non produceva notevole differenza nel freddamento, sia che desso lasciasse persistere la circolazione, sia che l'arrestasse mediante legatura posta alla base del cuore.

II. Si tentò più di una volta di spiegare la produzione del calore nel sistema sanguigno mediante cause meccaniche. I jattro-matematici l'attribuivano allo sfregamento del sangue contro le pareti del cuore e delle arterie, del pari che a quello dei globetti del sangue gli uni contro gli altri. Fondavansi sopra i fatti che il calore dipende dalla circolazione, che la temperatura cresce mediante il movimento e le fregagioni praticate sulla pelle, finalmente sull'esservi concordanza tra il grado di questo calore e la densità dei liquidi. Però si obbietto loro che le circostanze meccaniche della circolazione non hanno veruna analogia con quelle di mezzo alle quali lo sfregamento fa succedere un eguale grado di calore, e che inoltre esse non presentano, negli animali vertebrati e non vertebrati, differenze

(1) *Deutsches Archiv*, t. III, p. 428.

(2) *Observations on certain parts of the animal economy*, p. 98.

(3) *Reil, Archiv*, t. XII, p. 151.

cotanto grandi quanto quelle che dovrebbero presentare perchè la temperatura dipendesse da esse; si disse che la velocità del sangue non è in ragione inversa della temperatura, dappoichè la rana, il cui cuore batte 68 volte per minuto, ha pochissimo calore, invece che questo ascende a 30° nel cavallo, i cui battiti del cuore non oltrepassano i 40, e che, nell'uomo, la frequenza del polso varia fra 70 e 130, mentre i limiti del calore sono racchiusi tra 28° e 36°; si rispose finalmente non esservi liquido che svolga calore pel fatto dei suoi confricamenti contro le pareti del canale in cui scorre (1). Ma il sangue stesso non soffre più di qualunque altro liquido confricamento capace di produrre un simile risultato, e siccome i suoi globetti camminano uniformemente nel plasma senza toccarsi, così non puossi ammettere sfregamento tra di loro.

I fluidi aeriformi svolgono calore quando si comprimono. Lau (2), appoggiandosi sopra questo fatto, attribuisce il calore animale alla pressione del cuore sull'aria contenuta nel sangue; ma l'aria prese la forma liquida nel sangue, e gli animali a sangue freddo sono precisamente quelli nei quali esso conserva con più frequenza lo stato aeriforme. Winn fa dipendere il calore animale dalle alternative di espansione e di contrazione dei vasi, pel motivo che vide, in alcuni pezzi di gomma elastica e di aorta, queste alternative esercitare influenza sul termometro (3); a ciò puossi rispondere che non si effettua espansione e contrazione analoghe nei vasi sanguigni. (§. 720, II).

Il calore animale è l'effetto dello sfregamento delle parti solide le une sulle altre, secondo Fryer, dello sfregamento mutuo dei liquidi e dei solidi, secondo Barthez. Ma la mollezza dei tessuti animali e la facilità con cui essi scorrono gli uni sugli altri, non permettono l'adempimento di movimenti cotanto violenti da risultarne uno sfregamento atto ad isviluppare calore. D'altronde, se tale era realmente la causa di quest'ultimo, la temperatura dovrebbe essere la stessa negli animali a sangue freddo come in quelli a sangue caldo, e crescere pei progressi della età, che rendono le parti dure più secche e più rigide (4).

Finalmente, pretende Trevirano che il calore nasca unicamente, negli insetti, dal confricarsi questi animali gli uni contro gli altri, giacchè dessi non influiscono sul termometro se non in quanto sono riuniti molti insieme.

(1) Haller, *Element. physiolog.*, t. II, p. 293-302.

(2) *Widerlegung der chemischen Ansichten vom Athmen*, p. 44.

(3) *Philosoph. Magaz.*, 3.^a serie, n.° 14, p. 174.

(4) Bouillaud, *Trattato clinico delle malattie del cuore*, 2.^a ediz. Parigi, 1841,

t. I, p. 99 e seg.

Ma vedemmo pure non trovarsi calor proprio nei vegetali, se non quando sono ravvicinati gli uni agli altri (§. 994, 3.^o).

III. Il sangue non fa, nei vasi, che muoversi, recarsi avanti, e divenire un miscuglio più omogeneo. Se adunque il calore animale si produce in esso, ma non in maniera cotanto meccanica come lo dipingono le ipotesi precedenti, questo effetto non può succedere che nei vasi capillari. In appoggio di siffatta teorica viene la osservazione fatta da Becquerel e Breschet, che la temperatura dei muscoli non iscema che dopo 15 in 18 minuti di compressione del loro tronco arterioso, in conseguenza dopo che i loro vasi capillari si sono vuotati.

1.^o Aveva Crawford posto per principio che la capacità del sangue arterioso pel calorico scema, nei vasi capillari, durante la sua conversione in sangue venoso, e che da ciò risulta l'abbandono di una parte del suo calore assoluto. Questa dottrina, appoggiata sopra esperienze e calcoli esatti, trovò molti partigiani. Sembrava, fra le altre, spargere luce sopra le funzioni dei gangli sanguigni, nei quali non compiesi che una trasformazione del sangue arterioso in sangue venoso. Hofrichter, ad esempio (1), riguardava la tiroide come un organo di produzione di calore, atteso che non la si rinviene negli animali a sangue freddo, e che negli uccelli, essa è sostituita dai sacchi ad aria, i quali operano egualmente la carbonizzazione del sangue. Ma, giusta le ricerche di G. Davy (2) non sonvi, tra il sangue arterioso ed il sangue venoso, altre differenze, avuto riguardo alla loro capacità pel calorico, che quella dipendente dalla loro differenza di gravità specifica, la quale è troppo piccola perchè si possa farne derivare lo svolgimento del calore animale. Le contraddizioni che scorgonsi fra le asserzioni degli osservatori mostrano come questa differenza sia poco considerabile; secondo Crawford, il sangue arterioso ha maggior espansione e men calor libero che il sangue venoso, opinione ammessa altresì da quelli che sviluppano la sua dottrina in modo conseguente, come Coleman, Cooper e Trevirano; Nasse però lo dice più denso, ed alcune ricerche sulla cui esattezza possiamo contare (§. 996), ne insegnarono che esso è più caldo, sebbene Mayer (3) creda alla eguaglianza di temperatura fra i due sangui. In generale, ciò che intendesi per capacità pel calorico, sembra richiedere altra interpretazione. Infatti, ne insegna la esperienza che alcuni corpi freddi possono divenire caldi per isfregamento od in altro modo, senza ricevere

(1) Meckel, *Deutsches Archiv*, t. VI, p. 168.

(2) Ivi, t. II, p. 315.

(3) Ivi, t. III, p. 456.

verun calore dall'esterno ; ora, siccome è ammesso che nulla può crearsi senza la natura, si pensa che il calore preesisteva già in questi corpi, ma senza essere valutabile, allo stato latente, sicchè chiamasi capacità di una sostanza pel calorico, la sua attitudine ad isviluppare più o men calore, a prendere più o men facilmente certo grado di temperatura.

2.^o Trevirano (1) pretende che il sangue arterioso si rinserri sopra sè stesso quando si trasforma in sangue venoso, e che, siccome perde in capacità pel calorico tanto quanto acquista in densità, si svolga calore ; da ciò risulta, per suo avviso, che il sangue venoso è più caldo, e che se trovossi più calore nel sangue arterioso, ciò proviene dal cominciare già questo liquido a contrarsi nell' aorta. Ma se la contrazione del sangue arterioso principiò già nell' aorta, per compiersi poscia nei vasi capillari, questo sangue dovrebbe essere sempre men caldo del venoso. Niuno sviluppo di calore non avviene durante la coagulazione del sangue (§. 669, 2.^o), e Trevirano emette un'asserzione puramente arbitraria quando pretende che non devesi considerare questa circostanza come un'obbiezione contro la sua ipotesi, attesochè la contrazione e la coagulazione sono due cose diverse l' una dall' altra.

3.^o Pensava Lagrange che il calore si sviluppi durante la circolazione, in conseguenza della combinazione che il carbonio e l' idrogeno contraggono poco a poco coll' ossigeno ammesso nel sangue durante la respirazione. Secondo Laplace ed Hassenfratz, questo effetto accadrebbe durante la circolazione, ma compierebbersi eziandio ad un tempo nei polmoni.

4.^o La nutrizione fu considerata come un mezzo di produzione del calore. Castberg, Josse ed altri sostennero siffatta opinione, pel motivo che il passaggio dallo stato liquido allo stato solido scema la capacità dei corpi pel calorico. Fourcroy, Autenrieth, Hildebrandt, Brandis, Ackermann, e simili, la parteggiavano pure, pel motivo che la ossidazione cui accompagna la nutrizione produce lo stesso risultato. Ma la nutrizione compiesi in modo insensibile (§. 876, 2.^o), e se il calore n'era il prodotto, esso dovrebbe essere egualmente insensibile. In quanto al consistere dessa in una ossidazione, ciò forma una ipotesi senza prove (§. 879, III), e, in tutti i casi, siffatta ossidazione non può essere tanto considerabile da produrre un calore di 29° R. Ad ogni istante della nutrizione, effettuasi una fluidificazione corrispondente alla solidificazione, la quale dovrebbe consumare tanto calore quanto questo ne avrebbe sviluppato. Siffatta funzione non è men. viva negli animali a sangue freddo che in quelli a sangue caldo.

(1) *Biologia*, t. V, p. 61.

Burdach, Vol. IX.

Durante la vita embrionaria, la solidificazione è incomparabilmente più attiva e la produzione di calore più debole che durante la età matura. Finalmente, nelle febbri, la nutrizione si arresta, e nella febbre etica in particolare la fluidificazione predomina, mentre che lo sviluppo del calore cresce ad un punto straordinario.

5.° Secondo Paris (1), le secrezioni produrrebbero calore, perchè i liquidi separati hanno minor capacità pel calorico, e Williams addotta questa ipotesi, perchè, nelle secrezioni del pari che nella fermentazione e nella putrefazione, la sostanza organica trovasi ridotta in materiali più semplici, composti di un minor numero di atomi. Ma Paris non paragonò la capacità dei liquidi separati pel calore che con quella dell'acqua, e Nasse trovò (2) la differenza troppo poco considerabile perchè sia possibile derivarne il calore animale. Quando pure la urea ed il picromele contenessero, come dice Williams, meno atomi della fibrina e dell'albumina, a detrimento delle quali essi si formano, esse non produconsi in tanta abbondanza da contrabbilanciare la secrezione vaporosa e gazzosa, a quella per conseguenza che scema il calore. Non è, d'altronde, provato che il calore cui si sviluppa nella fermentazione e nella putrefazione dipenda dal passaggio della materia organica a più semplici combinazioni.

IV. Non puossi dubitare che la respirazione eserciti certa influenza sulla produzione del calore; giacchè il sangue che ritorna dai polmoni è più caldo dell'altro che vi arriva. Le due funzioni stanno in ragione diretta l'una dell'altra nella serie animale. Negli insetti, fra gli invertebrati, e negli uccelli fra i vertebrati, sono desse portate al massimo grado, ed i vertebrati a sangue freddo si distinguono non solo per la loro temperatura più bassa, ma inoltre per la minor purezza del loro sangue arterioso. Medesimamente, le due funzioni sono proporzionate una all'altra ai diversi periodi e nelle diverse circostanze della vita; l'attitudine a produrre sè stesso del calore incomincia fin dalla nascita, colla respirazione, e si perfeziona nel tempo stesso di questa ultima; quella scema con questa durante l'assopimento ibernale, e negli animali immersi in siffatto sonno letargico, si giunge a rianimarla, giusta le osservazioni di Saissy e di Prunelle (3), provocando una respirazione più forte mediante irritazioni meccaniche o galvaniche. Tuttavia la concordanza non è talmente perfetta da poter riguardare il calore come l'effetto immediato della respirazione.

(1) *Deutsches Archiv*, t. II, p. 310.

(2) *Ivi*. t. I, p. 500.

(3) *Annali del Museo*, t. XVIII, p. 54.

1.° Gli imenotteri si distinguono per un grado di calore più elevato, sebbene la esalazione di acido carbonico (§. 818, II) e la consumazione di ossigeno siano meno considerabili in essi che in certi altri animali senza vertebre. I cheloniani (§. 967) hanno una respirazione tanto energica da comunicare al proprio sangue il colore che caratterizza il sangue arterioso, e tuttavia la temperatura del loro corpo s'innalza pochissimo. Nei cetacci, la respirazione ha poca frequenza, ed il sangue un colore molto carico; nondimeno il calore è considerabile. Secondo Allen e Pepys, i piccioni, in onta della propria temperatura elevata, consumano men ossigeno ed esalano men acido carbonico, proporzionalmente alla massa del loro corpo, che un porco d'India, il cui calore è inferiore di molti gradi al loro. La proporzione della massa del corpo all'ossigeno consumato nello spazio di tre ore era, giusta le osservazioni di Legallois (1), di 1 : 0,159 nei gatti, di 0,166 nel cane, e di 0,347 nei conigli, differenze, ad onta delle quali tutti questi animali hanno all'incirca lo stesso grado di calore.

2.° Allorquando Seguin aveva, mediante movimenti eseguiti durante la digestione, innalzato la consumazione di ossigeno fin a 4600 pollici cubici per ora, la respirazione ed il polso acquistavano maggior frequenza, ma la temperatura appena cambiava. D'altra parte, la respirazione è spesso affatto naturale durante il calore della febbre; risulta desso eziandio debole ed interrotta nelle febbri putride, in cui il calore è ardente. È il calore frequentemente aumentato nei tisiaci. Sonvi molti casi in cui la temperatura non corrisponde alla frequenza della respirazione; così, ad esempio, trovò Donnè (2), in alcuni malati, che il numero delle respirazioni variava fra 24 e 32, mentre le variazioni di calore non andavano che dai 38° ai 37° del centigrado. Nella cianosi, le membra sole sono men calde che nelle persone in istato sano; le parti interne non presentano quest'abbassamento di temperatura (3), e Nasse (4) osservò eziandio che la temperatura era di 28° R. nella bocca, immediatamente dopo un accesso di soffocazione e quando il colore azzurro della pelle continuava tuttavia a farsi più intenso. Negli asfitici che ritornano in vita, vedesi il calore ristabilirsi prima della respirazione (5).

3.° Secondo Provençal ed Humboldt, i pesci conservano la temperatura del mezzo esterno, che essi respirano o l'aria mescolata coll'acqua,

(1) *Opere*, t. II, p. 60.

(2) *Storia dell'Accad. delle scienze*, 1789, p. 576.

(3) *Archivii generali*, 2.^a serie, t. IX, p. 146.

(4) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. I, p. 253.

(5) *A. Devergie, Diz. di med. e di Chir. pratica*, art. ASFESSIA, t. III, p. 542.

o l'aria atmosferica pura, il gas ossigeno, il gas azoto. Lavoisier e Seguin non osservarono aumento di calore nei capibari che respiravano gas ossigeno. Secondo Prout (1), le bevande spiritose scemano la esalazione di acido carbonico, mentre accrescono il calore. Nell'asfissia cagionata dalla respirazione del gas acido carbonico, il calore naturale si mantiene (2) ed i cadaveri delle persone morte per effetto del vapore del carbone, rimangono alla lunga caldissimi. Becquerel e Breschet non poterono riscontrare differenza di temperatura, nell'uomo e negli animali, nelle valli profonde e sopra le altezze considerabili, ove per altro la respirazione è difficile e per ciò stesso accelerata.

IV. Giusta questi fatti, ed altri dello stesso genere, concludiamo che la respirazione non produce immediatamente il calore, ma che essa costituisce una delle condizioni del suo producimento.

1.° Crawford partì da questa idea, locchè non gli impedì di costruire la sua teorica sulla supposizione di un calor proprio. Per suo avviso, il sangue arterioso ha maggior capacità pel calorico, o contiene più calorico latente del sangue venoso, ed in conseguenza esso prese qualche cosa dall'atmosfera durante la respirazione; siccome l'acido carbonico ha men capacità pel calore dell'aria atmosferica, la sua formazione mediante l'ossigeno dell'atmosfera mette in libertà del calore, il quale passa nel sangue (1). Ma le ricerche dei moderni provarono che l'acido carbonico espirato non si produce nei polmoni, pel fatto della respirazione, che la capacità di questo gas pel calorico supera quella dell'aria atmosferica, e che, sotto quest'aspetto, non evvi differenza essenziale tra i sangui arterioso e venoso.

2.° Siccome la respirazione fa acquistare al sangue le qualità per cui esso è atto a mantenere la vita in generale (§. 976), così siamo in diritto di ammettere essere dessa che lo pone in istato di eccitare l'azione vitale dalla quale dipende la produzione del calore.

V. Alcuni fisiologi opinarono che le differenti funzioni plastiche contribuiscano concorrentemente alla produzione del calore; che in conseguenza vi pigliano parte la digestione, l'assimilazione, la circolazione, la respirazione, la nutrizione e la secrezione. Tutte queste funzioni ne sono incontrastabilmente altrettante condizioni, ed esse ne stabiliscono la possibilità; ma che siano desse che producano il calore, ognuna per la sua parte, che ognuna di esse ne faccia nascere una certa quantità, e che

(1) *Reil, Archiv*, t. X, p. 285.

(2) *Schweigger, Giornale*, t. XV, p. 78.

(3) *Edwards, Influenza degli agenti fisici*, p. 293.

dalla riunione di queste particelle risulti la temperatura uniforme e costante di 29° R. ciò è appena permesso ammettere, dappoichè siffatte funzioni non compionsi sempre con eguaglianza di energia, mentre che la temperatura del corpo rimane sempre la stessa. La vita plastica non è un'operazione che cammini di passo eguale ed in modo uniforme; essa abbraccia, all'opposto, molti contrasti; ad ogni ossidazione corrisponde una disossidazione, ad ogni espansione una contrazione, e per ciò solo diviene possibile all'organismo mantenersi tale quale esso è. La vita materiale adunque produce calore sopra un punto e ne distrugge sopra un altro; essa non mantiene quindi che la temperatura determinata, e non è dessa che produce il grado di calore proprio dell'uomo e di ogni animale.

§. 999. La influenza manifesta della vita animale sopra la produzione del calore determinò molti fisiologi a considerare quest'ultima quale effetto dell'azione nervosa, che gli uni, per esempio Delaroche, cercavano rendere sensibile mediante una ipotesi, dicendola un'oscillazione dell'etere, mentre altri, specialmente Roose (1), non la consideravano che sotto un aspetto puramente dinamico, indicandola mediante l'epiteto di reazione nervosa.

I. La osservazione fa scorgere certa concordanza tra la vita animale e la produzione del calore.

1.° La eccitabilità più grande che caratterizza i temperamenti sanguigno e bilioso si accompagna ad un calore superiore a quello che si scorge nei temperamenti flemmatico ed ipocondriaco. Tutto ciò che stimola la vita animale, come le spezie e le bevande spiritose, scalda, e l'applicazione all'esterno di sostanze, le quali, quando penetrano nella sostanza animale, impressionano principalmente l'azione nervosa, determina un aumento locale del calore. Per tal guisa, secondo Earle (2), il termometro ascese di $1,3$ grado R. in un braccio paralizzato a cui avevasi applicato un vescicatorio. Hood (3) osservò simile effetto dalla pietra infernale, quando essa era applicata in vicinanza del nervo principale di un arto paralizzato.

2.° Il calore aumenta per effetto della speranza, della gioia, della collera e di tutte le passioni eccitanti; all'opposto, il timore, lo spavento,

(1) *Journal der Erfindungen, Theorien und Widerspruechen in der Natur- und Arzveywissenschaft*, t. XVII, fasc., p. 16.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 420.

(3) *Analytic physiology*, p. 12.

il dispiacere, lo scemano. Vide Martin la temperatura ascendere di 28,4 gradi R. a 30° in un violento accesso di collera, e discendere a 27° sotto lo impero dello spavento, ma rialzarsi subito fin ai 29°. Medesimamente, secondo le osservazioni di Currie (1), lo stato morale dell'uomo determina l'attitudine di cui è dotato a mantenere il suo calore proprio. La temperatura della pelle di un uomo sopra cui egli fece esperienze in tale proposito, si abbassò di 28,4 gradi R. a 25° sotto la influenza del freddo; la seconda volta che l'individuo, dotato di carattere timoroso, si assoggettò alla esperienza, il suo calore, che era soltanto di 27,5 gradi, scese a 22,6. Riscontrò Krimer, nelle vivisezioni, per esempio, durante la sezione del cranio colla sega (2), che l'animale, preso di ansietà, perde del suo calore. La temperatura di un alveare ascende di alcuni gradi quando s'irritano le api, o se esse trovansi nell'agitazione che precede sempre la uscita degli sciami.

3.° Il sonno abbassa la temperatura (§. 606, 2.°). La mano di Martin segnava 27,3 gradi R. in una notte di veglia, e 25,5 soltanto dopo due ore di sonno. L'effetto è ancora più sensibile nell'intormentimento invernale (§. 612, 5.°); secondo Hunter (3), la temperatura del mezzo della cavità addominale di un moscardino era di 8 in 12 gradi R., essendo l'aria esterna a 21,3, e di 23,5 ad un freddo esterno di 7,5 gradi; durante l'assopimento, non era che di 19,1 grado, sebbene all'esterno il calore fosse di 14,7. Un riccio assopito non segnava più di 7,3 gradi al disotto del diaframma, sebbene la temperatura atmosferica fosse di 5,3.

4.° Alcuni sforzi considerabili e prolungati di visione riscaldano l'occhio, ed i lavori intellettuali producono lo stesso effetto sopra la testa.

5.° Un dolore locale, quello ad esempio della prosopalgia, si accompagna spesso di calore nella parte sofferente. Trovò Earle (4) in un braccio che cagionava acerbe sofferenze, in conseguenza di ferita, la temperatura più elevata di 1,3 grado R. che sotto la lingua. I dolori, all'opposto, che dipendono da uno stato spasmodico, massime degli organi digerenti, per esempio, quelli dei calcoli biliari, inducono freddo.

6.° Pari cosa succede quando alcuni veleni narcotici dispiegano pienamente la loro azione. L'osservò Brodie (5) dopo la inserzione del

(1) *Philos. Trans.*, 1792, p. 211-218.

(2) *Physiologische Untersuchungen*, p. 177.

(3) *Observations on certain parts of the animal economy*, p. 98.

(4) *Loc. cit.*, p. 425.

(5) *Reil, Archiv. t. XII*, p. 210.

voorora o dell' olio essenziale di mandorle amare, e Chossat (1) dopo la infusione di una dissoluzione di oppio.

7.° Le affezioni infiammatorie del sistema nervoso sono spesso accompagnate da gran calore. Rinvenne Prevost 35° R. sotto l'ascella in un caso di tetano (2). Nelle febbri nervose, la temperatura sorpassa il grado ordinario, e frequentemente a gradi ineguali secondo le parti. La vide Lauer (3) di 32 gradi sotto l'ascella e di 28 $\frac{1}{2}$ soltanto sotto la lingua.

II. L' azione muscolare

1.° Aumenta la temperatura. Praticando grandi movimenti di tutto il corpo o delle membra, si si preserva dal freddo e si si scalda, purchè l'aria sia ad una media temperatura. Trovò Beaumont (4) che in simil caso la temperatura era di un grado e mezzo più elevata del consueto nello stomaco, fosse questo viscere pieno o vuoto. Non è perciò necessaria la locomozione, e basta la contrazione muscolare. Giusta le osservazioni di Peart, puossi, in un bagnatoio, innalzare la temperatura dell'acqua di molti gradi mediante i soli movimenti degli arti pelvici (5). Becquerel e Breschet comprovarono che la temperatura innalzavasi di mezzo grado almeno durante la contrazione di un muscolo; per tal guisa sono dessi tentati di attribuire alla forza muscolare del cuore il calore superiore a quello di tutti gli altri organi che questo viscere presenta, e siccome il ventricolo aortico è la parte del cuore che opera con maggior energia, Nasse (6) presume essere pure a ciò che devesi riportare la sua temperatura più elevata. Potrebbe si fare un passo di più, e chiedersi se non sia forse il più rapido movimento del sangue arterioso che gli procura maggior calore. Trovò Busch (7) il ventricolo aortico vuoto più caldo di circa 0,9 gradi R. del ventricolo polmonare contenente alquanto sangue.

Le osservazioni di Reaumur, di Spallanzani, di Huber e di Trevirano (8) dimostrano all'evidenza, che, negli insetti eziandio il calore è accresciuto dal movimento.

2.° È il calore ordinariamente alquanto minore nelle membra paralizzate che nel rimanente del corpo, anche quando la circolazione non vi

(1) *Annali di chimica*, t. XVI, p. 40.

(2) *Edwards*, *Influenza degli agenti fisici*, p. 490.

(3) *Hecker*, *Literarische Annalen*, t. XVIII, p. 281.

(4) *Neue Versuche ueber den Magensaft*, p. 46.

(5) *Humboldt*, *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser*, t. II, p. 159.

(6) *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie*, t. II, p. 121.

(7) *Experimenta quaedam de morte*, Halle, 1819, p. 21.

(8) *Die Erscheinungen des Lebens*, t. I, p. 416.

è indebolita. In un caso osservato da Dehaen, un braccio paralizzato, il cui polso era normale, non aveva che una temperatura di 18° R. (1). Earle trovò, in un individuo colto dalla paralisi del braccio sinistro, e che da alcuni giorni era già stato assoggettato all'azione della elettricità (2):

	A SINISTRA		A DESTRA
	Prima della elettrizzazione.	Dopo la elettrizzazione.	Prima e dopo la elettrizzazione.
Nella mano	$17,3^{\circ}$	$20,0^{\circ}$	$26,6^{\circ}$
Nel braccio	21,3	22,6	28,0
Nell'ascella	26,6	27,1	28,4

Osservò egualmente Hood (3), in una emiplegia, dopo l'uso della stricnina, che, in onta della forza e della pienezza del polso, il calore non era che di 19° nel braccio malato, mentre quello del lato opposto aveva una temperatura di 22° .

III. In quanto alle esperienze dirette ed alle osservazioni immediate sulla parte che il sistema nervoso prende alla produzione del calore:

1.^o Krimer (4) assicura che il calore di un animale a cui esso irritava i nervi crurali e sciatici colla punta di un ago, ascese a 31° R. Secondo Bichat, la pressione che la testa lussata di un osso esercita sul tronco nervoso di un membro scema il calore di quest'ultimo, effetto cui Elliot aveva detto altresì risultare dalla legatura di un nervo. In un uomo a cui avevasi reciso un pollice di nervo cubitale, per liberarlo da violenti dolori che soffriva, Earle (5) trovò $10,6$ gradi R. nel lato interno del piccolo dito paralizzato, $11,1$ fra questo dito e l'anellare, $12,4$ alla superficie degli altri diti e $13,3$ fra essi. Allorquando Krimer (6) tagliava il nervo sciatico di un cane, il termometro, immerso fra i muscoli della coscia, segnava $28,4$ gradi, ed il giorno dopo $21,3$ soltanto. Tagliò Home (7) i nervi del

(1) Haller, *Elem. physiol.*, t. II, p. 304.

(2) *Loc. cit.*, p. 418.

(3) *Analytic physiology*, p. 12.

(4) *Physiologische Untersuchungen*, p. 146, 173.

(5) *Loc. cit.*, p. 423.

(6) *Loc. cit.*, p. 137.

(7) *Lectures*, t. V, p. 195.

corno di un cervo che rifaceva la sua testa; la temperatura scese, in tre ore, da 23,1 grado a 17,7; il terzo giorno, essa era di 15,5; ma dopo riascese poco a poco. In altro caso, essa cadde dai 29,5 gradi a 27,3 il primo giorno, ed a 27,1 i due giorni seguenti, dopo di che rialzossi.

2.° Provençal osservò la diminuzione del calore dopo la sezione dei nervi pneumo-gastrici, effetto cui non apportava la semplice denudazione di questi nervi. Analoghe osservazioni vennero praticate da Legallois (1), Chossat (2) ed Arnold (3). Secondo quest'ultimo, la temperatura, negli uccelli, si abbassa subito di un grado ad un grado e mezzo, poi dopo 24 ore di 2 a 2,75 gradi, ma essa finisce col ritornare al suo stato primitivo. Allorquando Chossat tagliava il nervo gran simpatico, o lo schiacciava e lo stiracchiava, il calore dell'animale scemava in quattro ore di circa 5 gradi R. (4).

3.° Attribuiva Brodie all'azione cerebrale certa influenza essenziale sulla produzione del calore. Fondavasi egli sul fatto che la temperatura si abbassava di circa quattro gradi, nello spazio di un'ora, nei cani e nei conigli cui decapitava dopo la legatura dei vasi del collo, sebbene avesse cura di mantenere la circolazione ricorrendo alla respirazione artificiale (5). Siccome potevasi obbiettare che era il soffiamento dell'aria che aveva determinato siffatto raffreddamento, o che la sezione dei nervi pneumo-gastrici, al momento della decapitazione, aveva alterato il lavoro chimico della respirazione, cagionando l'infiltramento dei polmoni, Chossat praticò una sezione perpendicolare del cervello davanti il ponte del Varolio (6), e mantenne quindi la respirazione con mezzi artificiali; il calore scemò dapprima di circa due gradi di R. in un'ora, poi si abbassò poco a poco, e finalmente si ridusse, in dodici ore, da 32° a 24, mentre che dopo la sezione dei nervi dell'ottavo paio, esso scemò soltanto di 0,2 grado nel corso della prima ora. Quando egli arrestava la respirazione mediante una commozione del cervello, e che poscia la ristabiliva con mezzi artificiali, il calore si abbassava di 1,7 grado durante la prima ora.

Krimer (7) fece molte esperienze analoghe. Vide egli che la temperatura scendeva da 28,8 a 28 gradi per la trapanazione, a 27,5 per la

(1) *Esperienze sul principio della vita*. Parigi, 1812, p. 219.

(2) *Loc. cit.*, p. 42.

(3) *Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 246.

(4) *Loc. cit.*, p. 46.

(5) *Reil, Archiv*, t. XII, p. 140-144.

(6) *Loc. cit.*, p. 38.

(7) *Physiologische Untersuchungen*, p. 155.

denudazione del cervelletto, a 24 per l'ablazione di una parte di quest'organo, a 21,7 per la sezione della midolla allungata. In altro caso, nel quale egli irritava la midolla allungata con punture, il calore elevossi un istante da 16,8 gradi a 19,2; in un animale cui slanciò contro il selciato, ascese da 16,4 a 19,5, ed in altro sulla midolla allungata del quale versò ammoniac liquida, la temperatura ascese da 20,4 a 21,3 gradi. Autenrieth e Schultz avevano già osservato che quando gettavano con forza un feto di gatto sul suolo, il suo calore ascendeva di circa un grado. Busch (1) riscontrò che un colpo od una scarica elettrica sulla testa di un animale accresceva per un istante il suo calore, ma che questo si abbassava poscia con molta maggior rapidità che durante l'asfissia, e che quando esso era caduto bassissimo in un animale sgozzato, potevasi tuttavia accrescerlo momentaneamente mediante forte commozione. Riconobbe Nasse (2) che un colpo sulla testa lo faceva ascendere di un grado, e che esso s'innalza di circa quattro allorquando si elettrizza l'animale mediante due bacchette metalliche poste sul cervello e sulla parte posteriore della midolla spinale.

4.° Trovò Chossat (3) che più superiormente tagliasi la midolla spinale, e più la temperatura si abbassa rapidamente. Una sezione praticata sotto la settima vertebra cervicale, la fece abbassare di 6,5 gradi, quella sotto la prima vertebra dorsale di 5,8, e l'altra sotto l'ultima vertebra del dorso di 0,4. Le esperienze di Wilson (4) diedero egualmente per risultato che la distruzione di una porzione considerabile della midolla spinale scema il calore.

IV. Checchè ne sia, non risulta men certo, che il calore non si produce punto nel sistema nervoso, per una forza che appartiene propriamente a siffatto sistema.

1.° Puossi già concluderlo dalla temperatura del cervello, cui G. Davy (5) trovò sempre inferiore a quella del retto, di almeno, 0,4 di grado R. negli animali testè uccisi. Cinque ore dopo la morte di un giovane tifico, il calore era di 22,2 gradi nella sostanza cerebrale, di 25,7 al disotto del fegato e del cuore. In altro caso, Davy trovò la temperatura del cervello di 16,8 gradi, e mezz'ora dopo quella del cuore e del fegato di 22,2 (6).

(1) *Experimenta quaedam de morte*, p. 7.

(2) *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie*, t. II, p. 115.

(3) *Loc. cit.*, p. 44.

(4) *Ueber die Gesetze der Functionen des Lebens*, p. 127, 211.

(5) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. II, p. 314.

(6) *Medicinish-chirurgische Zeitung*, 1830, t. III, p. 380.

Queste osservazioni si accordano col fatto conosciutissimo che l'esercizio semplice del pensiero non aumenta il calore. La midolla spinale sembra altresì possedere poco calore proprio; soffresi freddo più spesso nel dorso di quello che nel petto, e si si scalda di preferenza la parte posteriore del corpo. Il brivido della febbre parte pure dalla midolla spinale, mentre il calore fassi sentire specialmente nella regione anteriore.

2.° Il grado di calore dei diversi animali non corrisponde allo sviluppo del loro sistema nervoso. Per tal guisa, gli uccelli che sotto quest'ultimo aspetto, tengono il mezzo fra i rettili ed i mammiferi, sorpassano questi riguardo alla temperatura. L'uomo, in onta della eminenza delle sue facoltà mentali, non ha il calore degli uccelli, ned eziandio di certi mammiferi, ed i pesci maggiormente vivaci, le lucertole più agili sono molto al disotto del più lento fra i mammiferi, in riguardo alla temperatura.

3.° Aggiungiamo altresì essersi riscontrati alcuni casi, per dir vero eccezionali, in cui la sezione dei nervi di un membro, al dire di Arnemann (1), o la legatura dei nervi pneumo-gastrici, per asserzione di Mayer (2), non apportò veruna diminuzione di calore. Anche Lawrence trovò questo normale in un emicefalo (3).

§. 1000. Se la causa propriamente detta del calore animale non risiede, esclusivamente, nè nelle formazioni materiali (§. 998), nè nell'azione nervosa (§. 999), ognuna influisce tuttavia sopra di essa in modo incontrastabile, e siamo per conseguenza in diritto di riferirla al loro concorso. Muller (4) ne ricerca la origine nel conflitto dei nervi cogli altri tessuti.

I. Al sangue dobbiamo primieramente consacrare la nostra attenzione. Winkelman (5) attribuiva la produzione del calore al predominio del sistema nervoso nel suo conflitto col sangue arterioso reso per ciò venoso. Wilson (6) la considerava come una secrezione operata dalla influenza dei nervi sul sangue. Wedemeyer (7) la faceva dipendere dalla influenza mutua della respirazione e dell'azione nervosa sul sangue. Trevirano (8) la riportava alla espansione ed alla contrazione che i nervi determinano, per

(1) *Versuche ueber die Regeneration an lebende Thieren*, p. 267.

(2) *Tiedemann, Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, p. 78.

(3) *Trevirano, Biologia*, t. V, p. 73.

(4) *Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 84.

(5) *Entwurf einer dynamischen Pathogenie*, p. 48.

(6) *Loc. cit.*, p. 136.

(7) *Physiologische Untersuchungen ueber das Nervensystem*, p. 144.

(8) *Biologia*, t. V, p. 69.

suo avviso, in questo liquido. Finalmente, Hood (1) vedeva in essa un effetto dell'azione riunita dei nervi e del sangue.

1.° Questa opinione sembra essere realmente la più conforme alla natura; giacchè i due sistemi, nervoso e vascolare sanguigno, sono sparsi in tutti gli organi in proporzione della loro vitalità, e la legatura tanto dell'arteria che del nervo di un membro scema il calore di questo.

2.° Il sangue deve avere le qualità a tal uopo necessarie, la qual cosa fa sì che la digestione sia la condizione remota del producimento del calore, e che la respirazione ne sia la condizione prossima. Il sangue divenuto arterioso mediante la respirazione è solo atto a ciò, e siccome esso entra già nei polmoni in conflitto col sangue, la produzione del calore principia in esso, per continuare quindi nel cuore sinistro, nel sistema aortico e nei vasi capillari. G. Davy (2) trovò nel cadavere di un giovane, sei ore dopo la morte, la temperatura di 32,2 gradi sotto il fegato, di 33,7 sotto il ventricolo aortico, e di 32,4 soltanto nei polmoni pieni di sangue stravasato. Siffatta temperatura più bassa dei polmoni sembra annunciare che uscendo dal cerchio di azione dei nervi per ispargersi nel parenchima, il sangue perde di sua attitudine ad isviluppare calore. È permesso congetturare che i globetti, i quali sono la parte essenziale e propriamente parlando vivente del sangue, sono pur quelli specialmente che entrano in conflitto coi nervi, e che in conseguenza ad essi si riferisce lo sviluppo del calore, come il carattere arterioso, il loro maggior o minor numero corrispondendo alla temperatura del corpo nei diversi animali considerati in generale.

II. Il movimento volontario non può provenire se non dal fatto che i nervi ed i muscoli, comportandosi gli uni riguardo agli altri, come i poli di una pila voltaica, entrano insieme in un conflitto che corrisponde al tipo della elettricità in generale, ma a cui la idea dell'organismo imprime tuttavia alcune modificazioni. Se sviluppassi calore durante il movimento muscolare (§. 999, II), questo deve egualmente dipendere dalla stessa causa. Ma, in virtù della ematosina e della fibrina che contiene, la sostanza muscolare si avvicina molto ai globetti del sangue; possiamo adunque egualmente ammettere fra questi ed i nervi una specie di rapporto elettrico, e considerare siffatto rapporto come la causa del calore animale.

1.° Wilson (3) osservò che del sangue arterioso fresco in cui avevasi

(1) *Analytic physiology*, p. 14.

(2) *Medicinisch-chirurgische Zeitung*, 1830, t. III, p. 380.

(3) *Loc. cit.*, p. 194.

immerso il conduttore di una pila voltaica, diveniva più caldo e si freddava più tardi, ma che il galvanismo non generava calore nel sangue venoso. Il galvanismo può altresì rianimare il calore animale quando esso si abbassò per effetto di una lesione del sistema nervoso (1), e se uno scuotimento del corpo induce lo stesso fenomeno, ciò avviene probabilmente per una eccitazione di elettricità. La elettricità determina pure un aumento della temperatura nel corpo vivente. Infine, Buntzen (2) osservò uno sviluppo prodotto dal conflitto elettrico di nervi e di muscoli; avendo tagliato i tronchi nervosi della coscia di una vacca testè uccisa, gli armò di zinco, e fornì di argento i muscoli della gamba; si pose nei muscoli della coscia un termometro; allorquando lo strumento raggiunse la sua maggior altezza e principiò ad abbassarsi, Buntzen riunì le due armature, e vide il termometro ascendere da 287 linee a 296; quest'effetto scemò secondo che la eccitabilità vitale si affievolì.

2.° Wedemeyer (3) aveva riguardato come la sorgente del calore animale la elettricità che fluisce dal sistema nervoso. Considerando Delarive (4) che le condizioni del galvanismo sono riunite nel tessuto organico, il quale rappresenta veri apparati voltaici, che il galvanismo genera calore nella materia inorganica, e che esso opera di frequente in pari modo che l'azione nervosa nel corpo animale, crede assai verisimilmente che il calore risulti da certa influenza elettrica reciproca dei nervi e delle arterie. Hood è dello stesso parere (5).

3.° Allorquando del calore si produce nel mondo esterno, sonvi alcuni rapporti elettrici variamente sensibili. La compressione e lo sfregamento sviluppano calore ed elettricità. Quando cambia il modo di coesione, la porzione ridotta in vapore prende la elettricità positiva, e la porzione solida la elettricità negativa. Nelle operazioni chimiche, le basi sono positive, e gli acidi negativi. Medesimamente, nell'organismo, la tensione elettrica reciproca dei varii tessuti, in particolare dei nervi e del sangue o dei muscoli, produce calore.

4.° Nella guisa stessa che ogni forza qualunque dell'universo si modifica in modo speciale in ogni caso particolare, a motivo della diversità che regna ovunque nella natura, così la elettricità organica non è precisamente quella che eccitiamo nei nostri apparati di fisica. Essa presenta

(1) Krimer, *Physiologische Untersuchungen*, p. 159, 180.

(2) *Beitrag zu einer kuenftigen Physiologie*, p. 117.

(3) *Loc. cit.*, p. 150.

(4) *Annali di chimica*, t. XV, p. 108.

(5) *Loc. cit.*, p. 20.

ovunque delle modificazioni (§. 993, 6.^o), e lo stesso avviene del calore. Il calore del sole, quello dei nostri focolari ed il calore animale fanno, in egual grado, una impressione affatto diversa sopra i nostri organi. Trovò Rumford che la sua mano agiva maggiormente sul termometro di quello che un corpo inorganico od un corpo organico morto avente la stessa temperatura. Presso un malato di febbre putrida, sentiamo un calore affatto particolare, dispiacevole, mordicante, che il termometro non indica. Nei pesci elettrici, non si scorge temperatura più elevata nè nel corpo intiero, nè nell'organo elettrico; giacchè, come una pila voltaica può dare commozioni senza innalzare la temperatura, così questi organi sono valevoli a produrre una scarica all'esterno, ma non ad eccitare il loro proprio organismo; tuttavia Davy provò che la loro azione non è affatto scevra da sviluppo di calore (1).

5.^o I pesci ed i rettili generano poco calore, perchè il loro cervello è peranco troppo piccolo, proporzionalmente al resto del corpo, ned ha ancora bastevole potenza come organo centrale, d'onde segue che, in questi animali, esiste men unità nella vita, che le parti non dipendono tanto dal tutto, e che la tensione tra i nervi ed i muscoli risulta men considerabile. Esiste però un'altra causa di questa minor produzione di calore in essi; ed è che il sistema del nervo gran simpatico risulta tuttavia troppo incompiutamente sviluppato, e che esso non trovasi legato mediante connessioni abbastanza intime col sistema arterioso. La temperatura delle rane non aumenta per la irritazione del cervello e della midolla spinale (2), come neppure pel movimento volontario di questi rettili. Negli uccelli, il calore animale giunge al suo punto culminante, da un lato perchè il cervello riesce più voluminoso che ovunque altrove, in proporzione della massa del corpo, dall'altro lato, pel motivo che il sistema sanguigno e muscolare sono molto sviluppati, d'onde risulta certa tensione spinta al massimo grado. Medesimamente nei piccoli mammiferi, in cui è considerabile la proporzione del cervello al resto del corpo, ove per conseguenza la vita animale è più attiva che nell'uomo, la temperatura riesce altresì più elevata che in quest'ultimo, la cui energia cerebrale si rivolge maggiormente verso l'interno, sicchè evvi una tensione proporzionalmente men forte dei nervi riguardo al sangue ed ai muscoli.

III. È poi comune a tutti i corpi organizzati, il contenere entro sè stessi antagonismi i quali stanno in conflitto gli uni cogli altri. Nei più

(1) *Philos. Trans.*, 1834, p. 543.

(2) *Nasse, Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie*, t. II, p. 121.

inferiori eziandio, evvi opposizione di liquido e di solido. Per tal modo scorgesi elettricità (§. 993, 1.^o) e calore (§. 994, 3.^o) nei vegetali, e dobbiamo ammettere che questi due fenomeni sono in relazione di causalità uno coll' altro. Più le parti organiche sono numerose, più la loro reazione mutua e la loro dipendenza reciproca sono sensibili, maggiormente altresì i fenomeni di elettricità e di calore diventano sensibili.

b. Temperatura esterna.

aa. FENOMENI DELLA TEMPERATURA ESTERNA.

§. 1001. I. Siccome i corpi, nel loro mutuo contatto, tendono a porsi in equilibrio sotto l' aspetto della temperatura, quella del corpo organico dipende altresì dagli oggetti esterni, in particolare dal mezzo nel seno del quale compiesi la vita.

1.^o La manifestazione della vita ha per condizione materiale lo stato liquido degli umori, e questo stato dipende dalla temperatura. A 3° R.—o, il sangue si coagula, ed a 60°o, l' albumina, che forma parte di tutti gli umori, si coagula. Ma la congelazione non è che un semplice cambiamento dello stato di coesione, che l' accessione di temperatura più elevata può far isparire, mentre una sostanza coagulata non può più ritornare alla forma liquida senza comportare una chimica decomposizione.

2.^o Prima che avvenga la congelazione o la coagulazione, i manifestamenti della vita diventano meno sensibili, e qui scorgesi, riguardo agli effetti, la stessa differenza che fra questi due estremi; nella solidificazione locale o generale prodotta dal freddo, l' esercizio della vita è soltanto sospeso, mentre un calore troppo intenso esaurisce la forza vitale.

3.^o Siccome la vita assume ovunque forme differenti, la stessa diversità accade egualmente nei suoi rapporti colla temperatura esterna. Ogni specie di corpo organizzato abbisogna di un grado speciale di calore dall' esterno, sicchè ve ne hanno che prosperano a temperatura alta o bassa sotto la influenza della quale la vita degli altri non riesce possibile. Le sorgenti di Abano, calde a 23° R., nutrono il *cyclostomum thermale*, il quale si muove egualmente con vivacità nell' acqua calda a 30° e che non dà più verun segno di vita in quella la cui temperatura non è che di dieci gradi. Alcuni molluschi furono veduti da Lamarck (1), tartarughe e pesci

(1) *Storia Naturale degli animali senza vertebre* 2.^a edizione, di Deshayes e Milne Edwards. Parigi, 1835, t. VI, in 8.^o

da Marcescheau, entro sorgenti il cui calore era di 27° e di 28° ; certi bivalvi, presso i quali vegetavano arbusti ed alberi, da Dunbar, in altre la cui temperatura era di 50° ; animali della stessa specie, da Sonnerat, in acque calde a 63° . Per detto di Forster, il suolo avvicinando un vulcano segnava 79° , locchè non gli impediva di essere coperto di piante in fiori. Osservò Humboldt alcuni pesci viventi nell'acqua rigettata da un vulcano il quale aveva la stessa temperatura. Vide Kirby un *lyctus juglandis*, cui estrasse da uno strato di letamaio caldo, continuare a vivere nell'acqua bollente. D'altra parte, l'orso bianco, la volpe azzurra, il renne, i lepri bianchi, i lagopedi, tollerano un freddo il quale giunge talvolta fino ai 32° R.—o.

4.° Ma la vita non è in niuna parte incatenata ad un determinato grado di calore esterno. La sua dipendenza dalla temperatura esterna ha certa latitudine. L'uomo vive in contrade ove il calore ascende fin a 45° R., ed in altre il cui freddo giunge fin a 32° — o; ma qui esso resiste soltanto preservandosi dalle intemperie dell'aria mediante vestiti ed abitazioni. Puossi ammettere che nello stato di nudità, esso non potrebbe vivere ad una temperatura superiore od inferiore di 17° al suo calore proprio; sicchè in questa condizione, $11^{\circ} + 0$ sarebbero per lui il minimo, e 45° il massimo del calore esterno sopportabile. Un uomo sul quale Currie faceva esperienze (2), non potè restare nudo alcuni minuti all'aria segnante 5° R.—o, ed agitata da vento gagliardo, e non gli fu possibile rimanere al di là di mezz'ora in un bagno a $3^{\circ} \frac{1}{2}$. Gli abitanti del Nord rimangono da $\frac{1}{4}$ di ora fin $\frac{1}{2}$ ora in un bagno a vapore il cui calore oltrepassa 50° .

II. Ha la vita molte maniere di preservarsi dalla influenza nocevole di una temperatura troppo bassa o troppo alta.

1.° Nel regno animale, essa ricorre ad azioni volontarie prescritte dall'istinto, o suggerite dalla intelligenza. Le emigrazioni periodiche di certi animali (§. 618) provengono in parte dal bisogno di un elemento più dolce. Altri animali abbandonano soltanto la superficie per ritirarsi nell'interno della terra, ove domina una temperatura più uniforme, vale dire più fresca di quella dell'esterno all'estate, e più calda nell'inverno; i pesci raggiungono il fondo dell'acqua, e gli animali terrestri si ritirano nelle tane o nelle caverne quando è troppo caldo o troppo freddo. La pigrizia determinata dall'intenso calore, induce gli animali ad astenersi da violenti movimenti, che li riscalderebbero. Durante il freddo, essi ratten-
gono il proprio calore avvolgendosi sopra sè stessi, e scemando così la

(1) *Philos. Trans.*, 1792, p. 204-212.

estensione della superficie del loro corpo esposta all'atmosfera, ammonticchiandosi gli uni sopra gli altri, o finalmente, se sono sensibilissimi al freddo, fornendo i proprii nidi di sostanze che siano poco conduttrici del calore. È riserbato alla intelligenza umana lavorare queste sostauze per farne vestiti capaci di rimuoversi col corpo, e di scaldare la stessa aria in uno spazio chiuso.

2.° La vita plastica si preserva mediante la produzione più abbondante di tessuti cattivi conduttori del calorico. Nelle zone fredde, la pelle possiede maggior grossezza, si accumula sotto di essa un grosso cuscino di grasso, ed essa si copre di peluria più abbondante, più lunga, più setacea; i peli diventano altresì maggiormente stretti e caldi nelle zone temperate, all'entrata dell'inverno (§. 617). I negri e gli uomini di colore sopportano meglio il calore delle zone tropicali, pel motivo che la loro pelle, di color carico, somministra più calor raggianti, come le superficie coperte di asprezze, e deriva in conseguenza meglio il calore; il pigmento, prodotto necessario del calore, diviene indispensabile per preservare dalla troppo intensa azione di questo ultimo.

3.° Un altro preservativo procede dalla costituzione della vita, la quale fa sì che essa mantenga la sua temperatura propria, o che essa sopporti quella del mezzo esterno. La temperatura nel tronco di un olmo o di un abete può, senza pericolo, ascendere a $23^{\circ}+$ o in estate, ed abbassarsi a $14^{\circ}-$ o in inverno; nella primavera, i succhi gelati si liquefanno, e la vegetazione ricomincia (1). Molte larve d'insetti, le quali passano l'inverno all'aria libera, possono gelarsi senza perire, mentre che quelle le quali rifuggonsi durante questa stagione entro fori, sono uccise dal gelo (2). Falk assicura che alcune sanguisughe e certi lombrici possono ritornare in vita dopo essere stati gelati (3). Pari cosa avviene agli entozoari degli animali a sangue freddo (4). Negli animali vertebrati, la vera congelazione sembra essere incompatibile col mantenimento della vita, a meno che i pesci non facciano sotto tale rapporto qualche eccezione.

4.° Ma la temperatura propria è cosa sì poco essenziale nei rettili,

(1) Schubler, *Untersuchungen ueber die Temperatur veroenderungen der Vegetabilien*, p. 13. — Halder, *Beobachtungen ueber die Temperatur der Vegetabilien*, p. 8. — Raspail, *Nuovo sistema di fisiol. vegetale e di botanica*. Parigi, 1837, t. II, p. 75.

(2) Straus, *Considerazioni generali sull'anatomia comparata degli animali articolati*, p. 353.

(3) Rudolf, *Fisiologia*, t. I, p. 171.

(4) Ivi, t. I, p. 172.

che questi animali possono passare dai 15° ai 30° R. senza che la loro vita sia compromessa. In una vipera, lo stomaco ed il retto erano a $-0,2$ grado, dopo che l'animale rimase esposto per mezz'ora ad un freddo artificiale; a 16 gradi, sotto una temperatura esterna di $11,5 : 26,9$, sotto quella di $33,7$ gradi (1). La temperatura di una rana varia da $-0,4$, durante il freddo, a $+14,2$ durante il caldo (2). Un freddo intensissimo fa perire i rettili, ed allora soltanto il corpo di essi assume la temperatura del mezzo circconvicino (3).

5.° I mammiferi che si assopiscono durante l'inverno, appartengono a diverse famiglie, di cui gli altri membri non sono soggetti al sonno invernale, e differiscono da questi ultimi, non atteso particolarità di organizzazione, ma solamente pel motivo che la loro temperatura, senza essere tanto dipendente dal mezzo esterno come quella dei rettili, è tuttavia infinitamente più variabile ed ondeggiante di quella degli altri animali a sangue caldo. Ecco quanto osservasi specialmente nei cheirotteri. La temperatura dei vespertilli scese in un'ora a $+11,4$ gradi, per effetto di un freddo artificiale di $-0,7$ R., mentre dapprima essa era di $+27,3$, trovandosi l'aria esterna a 12 (4). In queste circostanze, il sonno invernale preserva dalla congelazione, giacchè il calore si abbassa fin al punto in cui la vita non può più sussistere che allo stato latente (§. 612, 5.°).

III. I corpi organizzati assumono meno, o più tardi, la temperatura del mezzo esterno dei corpi inorganici. Nei vegetali e negli animali inferiori, questo effetto non è il risultato delle qualità fisiche (minore attitudine a condurre il calore, e la minore traspirazione), ma si riferisce ad un modo speciale di azione vitale, sebbene queste qualità non siano però senza influenza, come lo dimostrano le osservazioni praticate sopra i vegetali (§. 994, 3.°). Si disse già precedentemente (§. 994, 4.°, 5.°) che gli animali senza vertebre ed i vertebrati a sangue freddo, hanno ordinariamente una temperatura superiore a quella del loro dintorno; non abbiamo che una sola cosa d'aggiungere, ed è che essi resistono altresì al calore del mezzo ambiente, allorchè questo è troppo intenso. Secondo Rudolphi (5), gli entozoari sembrano non acquistare il calore dei mammiferi e degli uccelli nel corpo dei quali essi vivono. Trovò G. Davy (6) che a 20 gradi di

(1) *Hunter, Observations on certain parts of the animal economy*, p. 104.

(2) *Ivi*, p. 90.

(3) *Ivi*, p. 112.

(4) *Edwards, Influenza degli agenti fisici sulla vita*, p. 148-155, 258.

(5) *Fisiologia*, t. I, p. 172.

(6) *Annali di chimica*, t. XXXIII, p. 196.

calore esterno, la temperatura degli scorpioni e degli asellucci era di 0,8 in 0,9 grado più basso, ed una blatta ne aveva uno di 19,3 gradi, quando il calore esterno era di 18,6 e di 23 gradi. Nell'acqua a 14,6 gradi, la temperatura dello stomaco e del retto di una tinca era di 10,2 gradi (1). Quella delle rane risultava, secondo Hunter, di 0,8 a 4,5 gradi di calore esterno; secondo Czermak, di 6,5 a 10,5 gradi; secondo Delaroche, di 16,9 a 28 gradi, e di 17,6 a 29,5 gradi. Secondo Davy, da 20 a 21,4 gradi. I serpenti e le lucertole dei paesi caldi, dopo che essi erano rimasti per qualche tempo sul suolo ardente, ed i pesci delle sorgenti calde, furono rinvenuti sempre men caldi dei loro dintorni (2).

IV. Il calore degli uccelli e dei mammiferi non può naturalmente sottrarsi affatto dalla influenza della temperatura esterna; tuttavia essa non è mai determinata da questa se non in certi limiti. Trovò Edwards (3), in alcuni passerii, 32,5 gradi in febbraio, 33,6 in aprile e 34,6 R. in luglio; nei paesi freddi, essi resistono ad un freddo considerabile, e quando questo giunge a 33 gradi sotto lo zero, essi agghiadansi bensì, ma si rianimano col calore (4), mentre che un calore di 40° li fa perire prestamente. Il calore dei conigli posti in esperienza da Delaroche, ascese, in un'ora e mezzo, da 25,3 a 28 gradi, essendo la temperatura esterna di 29 gradi; ma essa non oltrepassò 31 gradi quando questa era più considerabile. Secondo Parry, il calore della volpe azzurra era di 32,4 a — 5,7 gradi, di 32,8 a — 11,1, e di 32 a 26,6; a — 32 gradi eziandio, in cui il mercurio si congela, il calore degli animali artici comporta soltanto lieve diminuzione.

1.° La temperatura dell'uomo, varia, secondo Davy (5), nelle diverse epoche della giornata; ma differisce tanto più dal calore esterno, quanto più questo è debole. Ecco ciò che comprovò Davy (in gradi centigradi).

(1) Hunter, *loc. cit.*, p. 105.

(2) Rudolphi, *loc. cit.*, t. I, p. 175.

(3) *Loc. cit.*, p. 489.

(4) Rudolphi, *loc. cit.*, t. I, p. 179.

(5) *Loc. cit.*, p. 181.

	CALORE esterno.	CALORE PROPRIO sotto la lingua.	DIFFERENZA.
A sei ore del mattino	16,03	36,65	19,85
A nove ore	18,88	36,37	17,49
Al mezzogiorno	25,45	36,94	11,49
A quattro ore	26,00	36,94	10,94
A sei ore	21,64	37,22	15,58
Ad undici ore	20,54	36,65	16,11

2.° Varia desso eziandio secondo le stagioni, come la temperatura esterna, ma in grado molto minore di questa ultima. Osservò Franklin che, durante un calore di estate di 30,2 gradi R. il suo era soltanto di 28,4. Giusta le osservazioni di Martin, il calore della pelle del suo petto era in novembre, fin in marzo, da 26 a 27,3 gradi R. ; in aprile e maggio di 27,3 a 28,6 ; in giugno e luglio di 29,5 ; in agosto di 28,6 ; in settembre di 28,0, ed in ottobre di 27,3. La temperatura della sua orina era ordinariamente di 28,6 ; ma in luglio era di 29,2.

3.° Una temperatura del corpo meno elevata di quella dell'aria, fu osservata da Lining a Charles-Town, da Adanson nel Senegal (1), da Ellis nella Georgia. Osservò Davy, durante la traversata alle Indie orientali, che la temperatura umana, la quale era di 29,3 gradi R. in Europa, ascendeva a 30,2 sotto la zona torrida, e che eziandio gli indigeni di queste contrade ne avevano una di 29,5 in 30,6. Giusta le osservazioni di Eydoux e Souleyet (2), il calore scema lentamente quando si passa in un clima freddo, ed aumenta con maggior rapidità quando si passa in una contrada calda ; ma, al capo Horn, allo zero di temperatura esterna, essa non era molto più bassa che a Calcutta, ove l'aria segnava 32 gradi. Risulta altresì dalle ricerche praticate da Reynaud, sopra dodici individui, che la temperatura umana è, termine medio, di 29,5 gradi R. ; da 10 fin 14 gradi di calore esterno, sotto la zona temperata, e di 30 sotto la zona torrida, essendo il calore esterno di 20 a 24. Ross e Parry non lo videro neppure diminuire sensibilmente al 74.° grado di latitudine settentrionale, per un freddo di 40 gradi — 0.

(1) *Storia nat. del Senegal. Parigi, 1757, in 4.°, p. 26.* — *Thevenot, Trattato delle malattie degli Europei ne' paesi caldi. Parigi, 1840, p. 60.*

(2) *Annali delle scienze naturali, 2.a serie, t. IX, p. 190.*

4.° Fordyce è il primo che abbia eseguito esperienze sopra il calore artificiale (1). Vestito soltanto della propria camicia, entrò in una stanza la cui aria era scaldata, mediante tubi arroventati sui quali versavasi acqua, fin alla temperatura di 23° in 25° R. ; dopo cinque minuti, egli passò in una seconda ove il calore era di 34° ; poi dopo dieci minuti, in una terza nella quale ascendeva a 39° ed ove rimase 20 minuti ; il termometro salì a 30° sotto la sua lingua e nella sua orina. L'istrumento indicava questa stessa temperatura un altro giorno che esso era rimasto per un quarto di ora in un bagno di vapore analogo, a 43° . Penetrò, insieme con Blagden, Phipps, Banks e Solander, in altra stanza scaldata a 73° da una stufa di ferro ; tutti vi rimasero dieci minuti ; passato questo tratto di tempo, Solander stette ancora per tre minuti ad una temperatura di 79° , e Banks ad altra di $79^{\circ} 1/2$, per 7 minuti. Quando facevano passare il proprio alito sul termometro, questo strumento si abbassava di alcuni gradi ; la temperatura del luogo scemava altresì pel fatto del loro soggiorno, e tanto più in quanto maggior numero essi erano. Nelle esperienze di Dobson (2), un soggiorno di dieci minuti in una stufa scaldata a 75° R. portò la temperatura umana a 30° ; sotto la influenza di un calore di 79° questa ascese in 10 minuti a $30,9$ gradi ; sotto quella di 85° che fondeva la cera in cinque minuti, e coagulava in dieci minuti l'albume d'uovo in un vaso di stagno, essa ascese, durante lo stesso tratto di tempo, a $31,1$ grado. Si tenne Blagden in un forno scaldato di 126° a 135° ove bolliva dell'acqua coperta di uno strato di olio (3). La temperatura di Berger e Delaroché non salì che di 3° in 4° ad un calore di 39° e più. Allorquando Volkmann (4) aveva passato un'ora, affatto nudo, in un bagno di vapore di 30° in 40° , il calore non saliva nella sua bocca che a 29 gradi.

5.° Quando Hunter (5) pigliava in bocca un pezzo di ghiaccio della grossezza di una noce, la temperatura vi discendeva da $28,8$ ai 20 gradi. Dopo aver bevuto un'acqua minerale fredda, il calore diminuiva sull'istante di 1,6 gradi ai piedi ed alle mani di Martin, di 0,8 al basso-ventre, di 0,4 nel petto e nella orina, e mentre che le membra ricuperavano il loro calore naturale dopo alcune ore, il basso-ventre rimaneva freddo fin al pranzo ; dopo aver mangiato caldo, e preso del tè o del caffè, la orina era più calda che nello stato ordinario di 1,6 grado. Il pene di un cadavere

(1) *Philos. Trans.*, 1775, p. 113.

(2) *Ivi*, 463.

(3) *Ivi*, p. 485.

(4) *Observationes biologicae de magnetismo animali. Lipsia*, 1826, p. 56.

(5) *Observations on certain parts of the animal economy*, p. 94.

scaldato a 26,6 gradi, acquistò, secondo Hunter (1), la temperatura dell'acqua ad 8° in cui lo s'immerse, mentre che il calore di quello di un uomo vivente si abbassò soltanto da 26,6 ad 11,5; nell'acqua a 38,3 gradi, il calore del primo ascese a 36,4, e quello del secondo a 31,2 soltanto. Nell'acqua a 34°, la temperatura della mano aumentò, secondo Gentil (2), di un grado in dieci minuti, e crebbe tuttavia atteso il prolungamento del soggiorno. Secondo Martin, i piedi di un bambino di tre anni, il quale camminava senza calzatura, con un freddo di — 1,6 grado, segnavano + 10,3; il suo calore era inoltre di + 6 gradi, ad un freddo di 0—13 1/2, la cui intensità faceva piangere il fanciullo. Becquerel e Brechet trovarono che la temperatura interna del braccio diminuiva soltanto di 0,16 di grado nell'acqua gelata, e non ascendeva che di 0,16 di grado nell'acqua calda a 33°.

bb. CAUSE DELLA TEMPERATURA ESTERNA.

§. 1002. Molte circostanze influiscono sulla conservazione del calore proprio dell'uomo.

1.° Ripongonsi in primo ordine quelle che sono esterne.

I. Le sostanze poco conduttrici del calore di cui si si copre il corpo, preservano non solo dal freddo, ma inoltre dal caldo, e diventano angustianti solo quando cresce il calore interno. Provò Tillet (3) che gli animali comportano un calore più intenso quando involgonsi di tela, che quando si lasciano nudi. Blagden (4) non tollerava il calore di 126° R. ed oltre, se non mediante grosso e compiuto vestito, e siffatto calore gli riesciva infinitamente più spiacevole allorquando abbandonava i suoi vestiti.

2.° La densità di una sostanza sta in ragione della sua facoltà conduttrice. Da ciò proviene che in parità di temperatura, l'acqua calda scalda più che il vapore acquoso, e questo più dell'aria; mentre Banks (5) tollerava un calore di 39,5 gradi nell'aria, poteva appena comportare quello dell'alcool scaldato a 33 gradi; il mercurio scaldato a 39° gli era insopportabile, e tutti i metalli contenuti nella camera erano tanto caldi che egli non poteva toccarli. La stessa cosa avviene pel freddo. Solo la

(1) *Hunter, loc. cit.*, p. 96.

(2) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 459.

(3) *Storia dell'Acc. delle scienze*, 1764, p. 193.

(4) *Philos. Trans.*, 1775, p. 485.

(5) *Loc. cit.*, p. 119.

quantità della traspirazione modifica gli effetti della maggior o minor densità del mezzo ambiente.

3.° Il movimento dell'aria accresce gli effetti della sua temperatura. In un forno scaldato a 126° e più, Blagden (1) risentiva più fortemente il calore quando l'aria era posta in movimento, tanto da sè stesso camminando, quanto per l'azione di un mantice. Riconobbe Currie (2) che, sopra un naviglio arrenato durante l'inverno, due uomini sani e robusti, che rimasero esposti all'azione dell'aria, sopra la parte sporgente fuori dell'acqua, ad una temperatura di — 0,8, essendo il vento gagliardo e peggio di pioggia e di neve, perirono dopo 4 in 7 ore, mentre il resto dell'equipaggio che era più o meno immerso nell'acqua, tenendosi allo scafo e cercando di combattere il freddo mediante movimenti, passò in tale situazione 23 ore, in capo soltanto delle quali si potè andare a soccorrerli. Siffatta osservazione gli suggerì una serie di esperienze assai grossolane, consistente nello esporre uomini nudi, ora ad un vento freddo, ora all'azione dell'acqua fredda, seguita subito da un bagno caldo; il risultato fu che un uomo il quale, all'uscire dal bagno freddo, si esponeva all'aria libera avente la stessa temperatura, ma tranquilla, non perdeva calore, mentre che, sotto la influenza del vento, quand'anche l'aria era più calda dell'acqua, esso freddavasi rapidamente di alcuni gradi.

4.° Osservò nello stesso tempo Currie che la salsedine dell'acqua marina e l'addizione del sale all'acqua comune del bagno determinano sulla pelle certa irritazione, la quale opera in direzione inversa della impressione del freddo, sicchè allora la temperatura si abbassa alquanto meno.

II. Per quanto concerne le condizioni dello stesso organismo :

1.° Ripetè Delaroche l'osservazione già fatta prima di esso da Tillet, che il volume del corpo riesce favorevole al mantenimento del calore proprio.

2.° Però è specialmente lo stato delle forze vitali che esercita grande influenza. Currie, ad esempio, trovò (3) che alcuni giovani cui egli faceva sedere in un bagnatoio, dopo aver posto loro un termometro sotto la lingua, e di cui bagnava la testa e le spalle con acqua salata fredda, comportavano un abbassamento di temperatura durante il primo minuto, allorché essi erano poco robusti, mentre in quelli godenti di più energica forza vitale, la temperatura rimaneva la stessa, e non tardava ad alzarsi

(1) *Loc. cit.*, p. 486.

(2) *Loc. cit.*, 1792, p. 199.

(3) *Loc. cit.*, p. 217.

di 0,3 grado R. Una perdita di sangue, un sopraeccitamento ed in generale tutto ciò che affievolisce la vita, scema il potere di resistere al freddo.

3.° La età influisce pure in valido modo (§§. 517, II; 534, 4.°; 539, 2.°; 556, 3.°; 560, 5.°; 588, 4.°). Per tal guisa molte piante gelano in primavera ad un grado di freddo, il quale non nuoce loro mica in autunno, quando i loro succhi sono più carichi di principii disciolti, ed i loro vasi maggiormente lignificati (1).

4.° Una variazione subitanea di temperatura è molto meno tollerata del mutamento graduale. Vide Currie (2) il calore degli uomini cui egli esponeva subitamente nudi all'azione del freddo, scemare dai 29° ai 24° R., e quando codesti individui immergevasi poscia in un bagno a 32°, il dolore strappava loro delle esclamazioni; allorquando esso stesso passava alternativamente, ma lentamente, da un bagno salato a 1,7 grado in altro a 28,4, la sua temperatura non comportava verun cambiamento. Gli alberi gelano massime allorquando il freddo sopraggiunge immediatamente dopo un alto grado di calore. Osservò Hunter (3) che le lucertole ed i serpenti periscono quando si fanno passare senza transizione dal torpore ibernale al calore. Gli uomini asfissati dal freddo muoiono sotto la influenza del gran calore, e nuoce alle stesse piante l'essere riscaldate troppo rapidamente dopo il freddo.

5.° L'abitudine esercita molta influenza. Pochi mesi passati in clima caldo bastano per rendere il corpo sensibilissimo al freddo, di maniera che una temperatura esterna di 14° R. basta per impedire di dormire la notte atteso la disagiata impressione che essa cagiona (4). Puossi giungere per effetto della abitudine, a tollerare un quarto di ora di soggiorno in un bagno a 60° R. Vide Tillet molti fornai talmente abituati al calore del forno, che vi rimanevano 5 in 10 minuti con un calore di 35 in 40° R. (5), fenomeno riprodotto sotto un'altra forma dai giocolieri, i quali si danno in ispettacolo come uomini incombustibili. L'ottundimento del sentimento possiede certamente qualche influenza in questi effetti; trovò Martin, in un bambino che camminava coi piedi nudi, che il calore del piede era di 12,6 gradi quando questo bambino lagnavasi ancora del freddo, e che poscia, se l'abitudine faceva che esso non sentisse più nulla, questo stesso calore non era che di otto gradi.

(1) Halder, *Beobachtungen neber die Temperatur der Vegetabilien*, p. 12.

(2) *Loc. cit.*, p. 205, 216.

(3) *Observations on certain parts of the animal economy*, p. 121.

(4) Spix e Marzio, *Reise in Brasilien*, t. I, p. 168.

(5) *Storia dell' Accad. delle sc.*, 1764, p. 188.

6.° Ma Edwards provò (1) che l'abitudine non posa unicamente sopra la modificazione dell'attitudine a sentire il calore, che essa procede eziandio da un mutamento nella produzione di questo ultimo. Un freddo subitaneo induce la diminuzione del producimento di calore; giacchè, ad esempio, dopo una caduta nell'acqua fredda, si si trova per alcuni giorni fuori di stato di riscaldarsi e più sensibile che prima ad un nuovo freddo (2); medesimamente, il calore esterno determina, dopo l'azione del freddo, una produzione maggiore di calore, dappoichè quando, in tali circostanze, si espongono di nuovo alcuni animali al freddo, la loro temperatura si abbassa tanto più lentamente quanto più alla lunga essi rimasero esposti al calore (3); però avviene altrimenti delle variazioni che accadono durante l'anno; giacchè, infine, si stabilisce allora certo rapporto di temperatura, il quale poco a poco diviene dominante; la produzione di calore aumenta quando scema il calore esterno, e viceversa. Così, alcuni passerii essendo stati esposti allo stesso freddo artificiale, la loro temperatura si abbassò, in un' ora, di 3,62 gradi in luglio, 1,62 in agosto, e 0,4 in febbraio (4).

§. 1003. La resistenza che l'organismo oppone alla temperatura esterna, proviene adunque dalla misura di sua azione, ma essa è singolarmente favorita dalla scarsa facoltà conduttrice di sua sostanza. Non rimane più adunque da esaminare che il solo quesito, di sapere qual sia l'azione organica che resiste alla temperatura.

1.° Indicossi qui la digestione e la nutrizione. Durante il freddo, dicesi, l'appetito è più gagliardo, la facoltà digerente più energica, evvi maggiore bisogno di nutrimento forte, animalizzato, condito e di bevande spiritose; da ciò proviene eziandio che il calore prodotto è più considerabile, mentre effettuasi l'inverso sotto la influenza di tempo caldo; medesimamente altresì la nutrizione si effettua meglio durante il freddo, ed il corpo smagrisce durante la stagione calda. Ma il maggior numero degli animali assumono men cibo nell'inverno, e senza far valere qui altri argomenti ancora che potrebbero essere allegati (§§. 996, 998), torna impossibile che la facoltà di mantenere la sua propria temperatura durante un mutamento istantaneo del calore esterno dipenda da queste funzioni.

2.° La traspirazione, passaggio di un fluido dallo stato liquido allo

(1) *Influenza degli agenti fisici sulla vita*, p. 252.

(2) *Ivi*, p. 247.

(3) *Ivi*, p. 250.

(4) *Ivi*, t. II, p. 163.

stato vaporoso, costituisce un mezzo di rinfrescamento, il quale fa antagonismo alla produzione del calore, e che mantiene la temperatura dell'organismo allo stesso punto, atteso che essa aumenta pel tempo caldo e diminuisce pel tempo freddo. Si allega che siccome le affusioni fredde scemano il calore aumentando la evaporazione, così, alla comparsa del sudore, il calore febbrile diviene più sopportabile, mentre che in mancanza di traspirazione esso può acquistare un alto grado d'intensità senza che la produzione del calore abbia precisamente bisogno di essere aumentata; che gli Europei serbano la propria sanità, nei paesi caldi, adottando dagli Orientali l'uso delle unzioni e dei bagni caldi, mezzi atti a prevenire la eccessiva traspirazione, insieme col freddamento e la debolezza che vi susseguivano (1); che una bevanda fredda, presa mentre si è caldi, nuoce in quanto che era succeduta abbondante traspirazione pel fatto del rilassamento, ed il corpo sta per freddarsi; che, giusta la osservazione di Franklin, i mietitori della Pensilvania possono continuare il loro lavoro con un calore di 30° qualora essi sudino, ma sono minacciati di morte subitanea se la loro traspirazione si fermi; finalmente che, al momento del passaggio subitaneo in clima caldo, la pelle si dissecca per l'abbondanza della esalazione, e che non si giunge a prevenire una malattia se non bevendo molt'acqua (2). Delaroche osservò che dopo un'ora di esposizione a $23^{\circ} \frac{1}{2}$ di calore, la temperatura di una rana era scesa, come quella di una spugna umida, a $17^{\circ} \frac{1}{2}$, e da di là pretendeva concludere almeno la possibilità che il calore animale fosse mantenuto in certi limiti mediante la traspirazione; tuttavia non trovò egli che la cosa si verificasse negli animali a sangue caldo; allorquando esponeva un *alcarrazo* pieno di acqua a $22,4$ gradi, ed un coniglio a 25 , in un sito il cui calore fosse di $28^{\circ} \frac{1}{2}$, vedeva la temperatura dell'animale ascendere a 28° , e quella del vaso discendere a $20,4$. Infatti, molti argomenti protestano contro siffatta spiegazione. L'organismo mantiene la sua temperatura al caldo, anche quando la traspirazione è limitata o sospesa. La temperatura di Fordyce (3) rimaneva la stessa in un bagno di vapore a $43^{\circ} \frac{1}{2}$, e siccome era desso il corpo più freddo che trovavasi nella camera, l'acqua scorrente sulla sua pelle sembrava essere un precipitato di vapori, la cui condensazione avrebbe dovuto accrescere il suo proprio calore. Obbietta Delaroche, a dir vero, che Fordyce non poté sentire le conseguenze di una

(1) *Thevenot, Trattato delle malattie degli Europei nei paesi caldi. Parigi, 1810, p. 284.*

(2) *Hood, Analytic physiology, p. 26.*

(3) *Loc. cit., 1775, p. 114.*

diminuzione della traspirazione perchè il suo soggiorno nel bagno di vapore non durò più di un quarto di ora, ed egli cita alcune osservazioni giuste le quali la temperatura di animali che esso aveva tenuto per un'ora entro vapori acquosi il cui calore era di 24° in 26° ascese di 2° in 4° . Nondimeno, siccome quest'accrescimento di temperatura non era tanto considerabile, fu costretto ammettere inoltre che la traspirazione non era stata intieramente soppressa. Ma Volkmann (1) avendo arrestato il più compiutamente possibile la traspirazione, mediante unzioni di tutto il suo corpo, durante un soggiorno di tre quarti di ora ad un calore di 31° in 37° , non vide meno la sua temperatura ascendere che a 30° , vale dire divenire soltanto nella mano di un grado e nella bocca di $1/2$ grado superiore a quella che essa era dapprima. Finalmente, nell'acqua calda, ove la evaporazione è ancora più sospesa, l'organismo non assume la temperatura del liquido, e gli animali che vivono in sorgenti calde provano che questo effetto non può accadere per un soggiorno di qualche istante. Giusta le osservazioni di Volkmann (2), la temperatura rimane la stessa all'irruzione del sudore, ed in un coniglio che egli innaffiò di etere, la temperatura della bocca, in onta della forte evaporazione che avvenne, non differì, ad un calore di 40° , da quella che essa aveva prima, locchè avvenne pure in altro coniglio il cui corpo non era stato bagnato di etere. Comprovò altresì Edwards (3) che la proporzione della traspirazione è una circostanza favorevole al mantenimento della temperatura organica, ma non può esserne la vera causa, e che il suo accrescimento preserva bensì dai gradi straordinarii di calore, ma non potrebbe proteggere contro quello del clima o della stagione. Sebbene la traspirazione aumenti sotto la influenza della temperatura esterna, essa non dipende però da questa; che anzi viene determinata dal grado di attività vitale, sicchè può dessa essere copiosissima in un'aria secca e fredda, senza che il corpo perda per ciò il suo calore.

3.° Non è neppure bastevolmente dimostrato che la costanza della temperatura organica provenga dalla respirazione. Il freddo, dicesi, rende l'aria più ricca in ossigeno, più pura di miscugli eterogenei; e siccome allora qualunque combustione progredisce con maggior attività, la respirazione diviene altresì più vivace, ed in conseguenza il producimento di calore più considerabile; l'inverso accade sotto l'impero del calore.

(1) *Observationes biologicae*, p. 59.

(2) *Ivi*, p. 58, 63.

(3) *Loc cit.*, p. 254, 385.

Ma, giusta le osservazioni più sopra riferite (§. 977), il consumo d'ossigeno è maggiore ad un calor moderato di quello che al freddo. Invero, accorda Edward (1), che gli uccelli rinchiusi in una data quantità d'aria, vi soffrono piuttosto molestia della respirazione e l'asfissia nel verno che nella state; però ei si convinse non dipendere codesti fenomeni dall'attual impressione della temperatura esterna, essere dessi il risultato della modificazione impressa all'attività vitale dalla stagione, sicchè, durante il verno, anche in mezzo ad un calor artificiale, il consumo d'ossigeno risulta più considerabile, sebbene non s'innalzi proporzionalmente la temperatura organica. D'altronde, le osservazioni stesse non furono decisive; per tal guisa la difficoltà di respirare avvenne negli uccelli, termine medio, in capo a minuti 52 $\frac{1}{2}$ nell'inverno, e 68 $\frac{3}{4}$ nell'estate; ma, sopra dieci di questi animali, se ne trovarono tre nei quali il fenomeno avvenne soltanto dopo 70 in 83 minuti di estate, e due nei quali si manifestò dopo 48 in 59 minuti già in inverno. Legallois si sforzò dimostrare che la costanza della temperatura organica dipende dalla respirazione; ma esso si convinse che la quantità di acido carbonico espirato non è in proporzione di siffatta costanza (2), e fece altresì spesso la stessa osservazione riguardo alla quantità di ossigeno assorbito, d'onde trovossi condotto, per salvare la sua ipotesi, ad ammettere che quando la respirazione diviene difficile fin a certo punto per l'aumento di un movimento respiratorio e per la maggior copia d'aria introdotta nei polmoni effettuasi una diminuzione di calore, ed in conseguenza può succedere un freddamento, sebbene l'ossigeno sia consumato in maggior abbondanza (3). Fordyce e gli altri fisiologi che ripeterono le sue esperienze osservarono che, mentre un calore di 52° in 80° R. non innalzava la loro temperatura che in modo insignificante, la loro respirazione non pativa verun attacco, e non diveniva nè difficile nè celere (4).

4.° Una spiegazione più soddisfacente, e nello stesso tempo applicabile a tutti gli esseri organizzati, è quella che consiste nell'ammettere che il calore risulti dal conflitto elettrico delle parti organiche (§. 1000, II, III). Sotto la influenza del calore, l'azione vitale si reca più all'esterno, la sensibilità è accresciuta, e sopraggiunge abbattimento, sicchè quando i rapporti col mondo esterno diventano più intimi, il conflitto interno scema,

(1) *Loc. cit.*, p. 200, 206.

(2) *Opere*, t. II, p. 60.

(3) *Ivi*, p. 41.

(4) *Loc. cit.*, p. 117.

e con esso la produzione del calore. Gli osservatori che si sono esposti ad altissima temperatura, per esempio (1), si trovavano angustati in conseguenza delle loro esperienze, e quelli che usano dei bagni a vapore non prevengono siffatto inconveniente se non mediante affusioni, le quali provocano certa tensione più energica. Gli animali da G. Guyot esposti a gran calore erano egualmente angustati, e, secondo Humboldt (2), il galvanismo esaurisce più rapidamente l'azione vitale degli animali nei climi caldi; quelli nei quali siffatto agente eccitava movimenti per due e tre ore in Allemagna, vi si mostravano talvolta insensibili, in Italia, dopo 20 in 25 minuti. Il calore aumenta la facoltà conduttrice della elettricità, la quale si accumula meno nelle nostre macchine dacchè lo sfregatoio è scaldato dal movimento. Il freddo, all'opposto, provoca certa gagliarda reazione, e, limitando il rapporto colla natura esterna, attiva maggiormente il lavoro interno della vita; la tensione delle parti organiche le une riguardo alle altre, aumentasi del pari che il loro mutuo conflitto elettrico, ed infatti, soltanto nell'inverno si osservarono fenomeni di elettricità libera nell'uomo (§. 993, 2.^o). Giusta tutto questo, il mezzo esterno opera differentemente, a temperatura eguale, secondo che la vitalità ed il conflitto reciproco delle parti organiche sono più o meno eccitate; l'organismo resiste meglio al freddo dell'acqua quando questa stimola la pelle mediante il sale che essa tiene in dissoluzione; il vapore acquoso scema il poter eccitante dell'aria, e quindi pure la produzione del calore, sicchè dessa combatte la influenza del calore esterno. Quando il conflitto elettrico delle parti organiche è diminuito, evvi pure meno attitudine a resistere alla temperatura esterna. La qual cosa si applica non solo allo insieme della vita, giacchè durante il sonno soffresi maggiormente dal calore e si è più esposti a freddarsi pel tempo freddo, ma inoltre allo stato locale; secondo le osservazioni di Earle (3), un malato contrasse bolle in un membro paralizzato e freddo esponendolo ad un calore cui l'altro suo braccio sano non aveva riputato troppo intenso, e lo stesso effetto avvenne, sotto la influenza del freddo, in un individuo uno dei cui diti era paralizzato dalla sezione del suo nervo. Tutti questi fatti confermano che il mantenimento della temperatura propria dipende in parte dal lieve poter conduttore della materia organica, ed in parte altresì da certa proporzione nell'attività organica devoluta in comune a tutti i membri. La traspirazione può contribuirvi

(1) *Loc. cit.*, p. 487.

(2) *Ueber die gereizte Muskel-und Nervenfaser*, t. I, p. 302.

(3) *Meckel, Deutsches Archiv*, t. III, p. 421.

durante il calore, giacchè Martin non trovò che un calore di 28° nelle parti del suo corpo coperte di sudore, per effetto del movimento, mentre che le altre ne segnavano $29^{\circ} \frac{1}{2}$; però il suo ufficio risulta limitatissimo, massime in ciò che concerne il mantenimento della temperatura organica al freddo. Quanto alla digestione ed alla nutrizione, non si può considerarle che come le condizioni generali del producimento e della conservazione del calore organico.

4. LUCE.

§. 1004. 1.^o Molti vegetali ed animali inferiori sono luminosi, provenga poi la loro luce dalla combustione di una secrezione fosforata, o si svolgi per effetto di un' azione elettrica. Una circostanza parla in favore della prima ipotesi (§. 813, VI) ed è che, in molti degli animali appartenenti a questa categoria, trovasi una materia luminosa speciale, la quale può trasferire la fosforescenza ad altri corpi, e che la presenza o l'assenza dell'ossigeno accresce o sopprime il fenomeno. Lo scuotimento lo rende più sensibile o lo provoca, come altresì il movimento volontario dello stesso animale, in particolare la contrazione del corpo in alcune meduse; ma cessa colla morte o poco tempo dopo, muta spesso senza causa esterna, e trovasi soggetto alla influenza della vita animale. Secondo Macario (1), la fosforescenza degli insetti dipende dalla volontà, giacchè gli animali la fanno cessare ad un tratto quando essi odono rumore, senza che scorgasi veruna traccia di membrana alla quale siffatto oscuramento possa essere attribuito. Macartney (2) osservò egualmente che il modo e la intensità della fosforescenza non si riferiscono a veruna disposizione meccanica, che la materia fosforescente lucica eziandio in mancanza dell'ossigeno, che essa non piglia fuoco all'avvicinarvi di una fiamma, e che in conseguenza non contiene fosforo.

2.^o In molti mammiferi vedonsi gli occhi luccicare nella oscurità, massime quando l'animale è eccitato, se sente desiderii, o se patisce collera. Secondo Gruithuisen, Prevost, Esser ed altri, ciò costituisce soltanto lo specchiamento dei raggi luminosi che penetrano nell'occhio durante la oscurità, e che riflette la porzione della corioide sprovvista di pigmento, o ciò che dicesi il tappeto.

(1) *Gilbert, Annalen, t. LXX, p. 269.*

(2) *Ivi, t. LXI, p. 115.*

II. FORZA VITALE.

§. 1005. Il corpo vivente, nella sua qualità di corpo, ha in comune coi corpi privi di vita, di possedere al pari di essi i caratteri generali della materia. Gli elementi che entrano nella sua composizione sono gli stessi, ma riuniti in modo di associazione che gli appartiene esclusivamente, e fa differire la sua sostanza da quella di ogni materia inorganica. È desso eziandio soggetto all'azione delle stesse forze, ma legate in modo che sembrano modificate, o che producono effetti particolari. Questi elementi e queste forze costituiscono adunque soltanto il fondo di sua esistenza materiale; il modo di combinazione è affatto speciale, e suppone qualche cosa da cui siffatta combinazione dipenda, la quale manca ai corpi inorganici.

I. Per l'addietro si si contentava spesso di considerare come una forza propria quanto evvi di comune in ogni serie di fenomeni vitali; si si limitava dire che l'organismo possiede una forza di assimilazione, una forza di nutrizione, o una forza chilopoietica. Haller pure ammetteva, oltre l'anima, la sensibilità, la irritabilità e la tonicità, o la contrattilità vivente, come altrettanti fattori della vita. Questo metodo conduceva soltanto ad una classificazione degli effetti della vita.

II. Altri, massime nei tempi moderni, riconobbero esservi un legame comune, di cui la ipotesi precedente non teneva verun conto, e che l'insieme dei fenomeni vitali deve essere derivato da un principio solo.

1.° Il punto di partenza dello Stahl fu la convinzione che non può esservi altra sorgente della vita fuori di una causa spirituale. Ma, siccome egli non distingueva abbastanza lo spirito creatore del mondo dall'anima individuale, ed anzi all'opposto, vedeva in questa ultima il principio della vita, ne seguiva dalla sua dottrina che l'embrione doveva avere la perspicacia necessaria alla formazione del suo corpo, che in conseguenza le facoltà del suo spirito dovevano, massime negli animali, oltrepassare di molto quelle dell'uomo adulto. Era costretto Stahl di sostenere che l'anima continua per una specie di cieca consuetudine ciò che la sua volontà aveva dapprima incominciato, e che gli stessi vegetali possiedono un'anima.

2.° Siccome questa dottrina era inconciliabile coi fatti conosciuti intorno la vita materiale e con le idee ricevute sull'azione dell'anima, si venne a restringerla per modo che non fu più l'anima stessa, ma il suo organo, il sistema nervoso agente senza coscienza nè volontà, che considerossi come la cosa vivente propriamente parlando, e che si eresse la forza nervosa in principio della vita. Cullen, Unzer ed altri ragionarono

in questo senso costruendo l'edificio della loro patologia nervosa. Abbiamo esaminato la parte che l'azione del sistema nervoso piglia alla circolazione (§§. 768-772), alla nutrizione ed alla secrezione (§§. 847 ; 884 ; 891), all'assorbimento (§. 897), alla digestione (§. 957), alla respirazione (§§. 968, II ; 971 ; 978, 1.^o), al producimento del calore (§§. 999 ; 1000, I), e riconoscemo che prescindendo dai casi nei quali la vita animale viene in soccorso della vita materiale mediante una provocazione di movimenti, l'azione nervosa non esercita mai che una influenza consensuale od antagonistica sulle operazioni plastiche, che mai essa n'è la causa. Esiste vita senza sistema nervoso. Siffatto sistema non sopraggiunge che come espressione di una unità maggiormente sensibile, e che innalza la vita a possedere un interiore, il sentimento di sè stesso, la facoltà di determinarsi sè stesso. Esso nasce pel fatto dell'attività plastica, si sviluppa per essa, ed ha costantemente bisogno di essa per dispiegare la sua azione (§§. 743, 3.^o ; 4.^o ; 774, 6.^o ; 978, 2.^o). Dunque costituisce esso un membro dell'organismo, e trovasi per questo titolo in conflitto, in rapporto di reciprocità cogli altri membri. Avendo le sue radici nella plasticità, e dipendendo per sempre da essa, desso esercita altresì una influenza sopra di quella, in questo senso che, come antagonista degli organi plastici, egli gli eccita a manifestare la loro forza propria, e che, come espressione di una unità interiore, dirige la loro attività in maniera che essa sia in armonia perfetta collo stato dell'insieme della vita. Possiamo dire che è un sutterfugio della ignoranza, o se vuoi meglio del non sapere (§. 884), allorquando in mancanza di altra spiegazione, si pretende riportare i fenomeni della vita materiale ad un'azione nervosa; spesso quelli che adottano siffatta ipotesi erigono in prova ciò che è una semplice supposizione, per esempio, quando dicono che la secrezione nei polmoni e l'arrossamento del sangue nella circolazione sono indipendenti dal nervo pneumo-gastrico, e devono in conseguenza dipendere dal nervo gran-simpatico.

3.^o La patologia solidista, quale fu essa presentata da Kreyssig, Sprengel (1) ed altri, aveva un orrizzonte più vasto, giacchè dessa attribuiva un'azione vivente ai solidi in generale, e nella sua lotta tanto contro le teoriche chimiche della vita, che specialmente contro la patologia umorale, essa cercava dimostrare che i rapporti di composizione sono sotto la dipendenza dell'azione delle parti solide. Ma essa cadeva in altro estremo, non considerando gli umori che come semplici prodotti, facendo poca mente all'ufficio che essi possiedono nella vita; giacchè solidi e liquidi

(1) *Storia della medicina*, trad. da A. G. L. Jourdan, Parigi, 1815, t. VI, p. 439.

sono sempre associati insieme nell'organismo, sono continuamente in conflitto, passano incessantemente dall'uno all'altro, esercitano ad ogni istante l'ufficio di causa gli uni riguardo agli altri, nè puossi vedere in essi altro che membri tutti egualmente necessari.

4.° Hunter, Hufeland ed altri riconoscevano in conseguenza che agli umori, e massime al sangue, appartiene una parte essenziale nella vita, e, generalmente parlando, che la causa di questa ultima non potrebbe risiedere in questa o quella parte, la quale anzi ad essa deve la propria origine, ma che devesi cercarla soltanto nell'insieme, nella totalità dell'organismo. Ora si spiritualizzò questo principio vitale proprio, come faceva Willis colla sua anima vegetativa. Ora lo si personificò, come l'archeo di Paracelso e di Vanhelmonzio. Talvolta lo si materializzò, per farne l'etere o lo spirito aereo dei pneumatici. Altri lo dissero analogo alla causa dei fenomeni dinamici della natura; Autenrieth, ad esempio, lo eresse in un appartato imponderabile. Infine, lo si chiamò forza plastica, o forza vitale in generale. Con questa ipotesi, tuttavia, non erasi maggiormente avanzato di quello che con l'ammissione di una materia organica speciale (§. 990), giacchè non facevasi da ultimo che riconoscere una sola cosa, ed è che i fenomeni particolari della vita devono avere una causa egualmente particolare. Rinunciavasi ad ogni investigazione avente per iscopo la essenza della vita, sdegnando di riportare siffatta essenza a qualche cosa di superiore. E quando dicevasi di tal causa, d'altronde ignota, che essa opera all'incontro delle forze della natura inorganica, che subordina le leggi dell'universo al proprio scopo, che ne sospende o dirige l'azione, tagliavasi, per così dire, la esistenza in due. Diveniva impossibile comprendere come la vita avrebbe potuto venire al mondo se dessa gli è assolutamente estranea, se dessa non posa sulle stesse forze di lui, come può mantenersi, se dessa è indipendente dalle sue leggi, come finalmente può esservi due legittimità affatto differenti di esistenza.

§. 1006. La vita, come modo di esistenza, deve dipendere da un principio universale, da una sola causa della esistenza in generale. La nostra coscienza incomincia da una opposizione, dalla distinzione dell'*io* e del *non io*. Ora, siccome la coscienza è quanto sappiamo di più positivo, ciò che, nel nostro sapere, ne appartiene più particolarmente, e che essa serve di base a tutte le altre nostre cognizioni, riconosciamo altresì ripetersi ovunque la stessa opposizione di spirito e di corpo, d'interno e di esterno, di forza e di materia, di attività e di riposo.

I. Il dualismo si ferma a questo fatto. Esso tiene la opposizione per reale, pel motivo che, contenuto nella coscienza, l'*io* è una certezza

immediata, ed il *non io*, che si oppone ad esso, non potrebbe essere una semplice apparenza. Ma, finchè la coscienza è soltanto una distinzione della esistenza propria e della esistenza straniera, essa si riferisce unicamente al fenomeno; il nostro *io* si svela al senso interno come una cosa particolare, del pari che ai sensi esterni come una cosa estranea, speciale. Il dualismo costituisce adunque il principio supremo per tutto ciò che è empirico, fenomenale. Ma noi vogliamo sapere quanto evvi di originale nei fatti di cui sono impressionati i nostri sensi. La nostra coscienza non è adunque minimamente soddisfatta del dualismo; giacchè, mentre tutti i suoi sforzi tendono ad iscoprire la unità dietro la pluralità, il dualismo si attiene alla osservazione della superficie, del multiplo. La opposizione non può essere quanto evvi di più elevato, giacchè dessa non fa che esprimere modi diversi di esistenza, i quali suppongono una esistenza generale. La opposizione implica la idea di limitazione, di confini per una cosa particolare, al di là dei quali deve trovarsi altra cosa; ora noi cerchiamo la causa finale, che non può essere limitata. Se finalmente la opposizione era primordiale ed assoluta, i suoi membri non potrebbero avere nulla di comune insieme; un abisso senza fondo li separerebbe un dall'altro; essi non potrebbero nè toccarsi, nè agire uno sull'altro.

II. Dobbiamo adunque cercare il primordiale al disopra della opposizione, nella unità. Ora questa unità non può risiedere che nella materia, nella idea, o nella identità dell'una e dell'altra.

1.° Il materialismo non accorda la realtà sennon a ciò che è corpo, e trova la causa di tutti i fenomeni della natura nelle qualità primitive della natura. Ma, non tenendo per certo che la esistenza della materia, e non credendo alla certezza che della conoscenza di tale materia, diviene il zimbello di una illusione. Infatti, quanto evvi di originariamente certo per noi risiede nella coscienza di sè stesso; è all'*io* che si annuncia immediatamente a noi che accordiamo le qualità della materia. La percezione esterna non è altro che la informazione di un cambiamento avvenuto nel nostro *io* senza nostra partecipazione; la cosa esterna che produce tale cambiamento, o la materia, è lontana dal nostro *io*; non è già dessa che conosciamo immediatamente, ma soltanto l'effetto che essa produce sopra di noi; le cognizioni che acquistiamo pei sensi si riducono semplicemente a farci conoscere, mediante un'azione (la sensazione), un'altra azione (la estensione, la impenetrabilità, 2.°); questa è adunque, propriamente parlando, l'oggetto della nostra percezione, e noi non raggiungiamo la stessa materia che mediante supposizioni o ragionamenti. Da ciò risulta che qualunque materia suppone una forza, una causa interna di attività. Riempire

lo spazio, ciò che forma l'attributo più generale della materia, non è che un'azione, giacchè solo a condizione di agire ogni parte della materia può estendersi, ed essa non potrebbe mantenersi nello spazio che mediante la resistenza cui oppone ad altre parti. Per tal guisa il materialismo non può spiegare se non ciò che evvi di più prossimo nei fenomeni, e non gli è dato di scorgerne la causa propriamente detta. Però esso non fa che rinculare la riconoscenza di tal causa; giacchè, dopo essersi nudrito per alcun tempo di favole sopra molecole, atomi, imponderabili, è costretto finalmente di confessare che l'attività della materia dipende da forze determinate.

2.° L'idealismo rifiuta la realtà della materia, e la dichiara una semplice limitazione del nostro *io*. Ma siffatto limite non può essere posto dallo stesso *io*, giacchè il carattere dell'*io* è coscienza e libertà; ora le idee delle cose esterne si generano nel nostro interno, non per un atto di nostra propria volontà, ma per mezzo d'impressioni che queste cose fanno sopra di noi. Dunque se il limite è necessariamente determinato, esso deve avere altresì della realtà; giacchè l'*io*, che ha un'esistenza reale, non potrebbe essere limitato e determinato da un nulla, esso non può esserlo che per un'altra esistenza reale.

3.° La dottrina della identità non attribuisce al materiale, come all'ideale, che una esistenza puramente relativa, e trova l'assoluto in ciò che è posto al disopra dell'uno e dell'altro, in ciò che si svela a noi soltanto per mezzo d'intuizione razionale. Ma, sebbene la ragione raggiunga ciò che è inaccessibile all'intelletto, non evvi fra essi differenza assoluta, e sono semplicemente gradi e potenze diverse dello stesso spirito; ciò che la prima riconosce per sua forza propria non potrebbe resistere al secondo, e ciò che è inconciliabile colle sue idee non può provenire da vera intuizione. Ora, l'intelletto non può concepire nulla che, senza essere nè ideale, nè materiale, sia però la base e la radice del materiale e dell'ideale. Quindi fallirono tutti i tentativi fatti per rendere questa dottrina intelligibile. A quelli, per esempio, che dicono essere l'assoluto la copula vivente dell'ideale e del materiale, si obietta che la copula di due essenze non può comprenderle ambedue intieramente in essa, che solo gli è concesso rappresentare certe facce e certi punti di contatto che loro appartengono in comune. Medesimamente, quando si dice che l'assoluto è la indifferenza, non si esprime così che la possibilità di dispiegarsi in due versi opposti, e non la causa dello stesso dispiegamento.

§. 1007. Ma la identità può altresì essere di tale natura che l'assoluto non sia la indifferenza di ambidue, che sia solamente l'infinito dell'uno;

cioè, che l'ideale sia la cosa primordiale, la unità fondamentale, la esistenza vera dipendente da sè sola, e che il materiale non sia, all'opposto, che l'ideale fenomenalizzato o passato alla condizione di fenomeno. Questa vista, cui potrebbesi nomare dottrina della unità, si forma nella seguente serie d'idee, che rappresenta allo stato di legame ciò che noi abbiamo già espresso sotto diversi rapporti enumerando i diversi fenomeni della vita.

1.º Il nostro spirito ha una tendenza inseparabile da esso, che gli fa cercare una cognizione superiore alla percezione mediante i sensi, vale dire una tendenza a conoscere ciò che precede le cose od almeno può essere concepito anteriore ad esse, ciò che le produce, ciò che n'è la condizione, la loro origine, la loro causa. Niuna cosa è assolutamente unica nel suo genere; ogni cosa ha il suo analogo, ed ambedue procedono da un suolo comune, hanno la stessa causa; ciò eziandio che adduce immediatamente tutta una serie di fenomeni suppone ancora una causa la quale abbracci più vasto circolo di effetti. Per tal guisa, tutte le nostre riflessioni sopra la essenza ed il legame di causalità delle cose sono uno sforzo per innalzarsi dall'inferiore al superiore, una tendenza a percorrere la diversità dei fenomeni, per giungere alla loro radice comune; la nostra intelligenza consiste nel saper derivare il particolare dal generale, il limitato da ciò che non ha limiti od almeno ne ha di più remoti. Ma, procedendo così dal basso in alto, non troviamo fine nel mondo empirico; invece di un vero punto finale nella serie ascendente delle cause, non vediamo ovunque che un incatenamento, certa dipendenza mutua, essendo ogni membro legato a condizioni poste fuori di lui. Tuttavia, siccome non puossi immaginarsi effetti senza cause, siamo costretti, per non metterci in contraddizione con noi stessi, riconoscere che evvi, al di là della sfera dei nostri sensi, qualche cosa che è la causa primaria di tutto l'universo fenomenale, una esistenza primordiale, dalla quale procede ogni esistenza particolare.

2.º Siffatta esistenza primordiale deve essere unica, deve abbracciare il tutto; giacchè se fossevi qualche cosa fuori di essa, sarebbe tuttavia dipendente, nè formerebbe l'ultimo anello della catena degli esseri. Nella sua qualità di unità abbracciante tutto, essa non ha limiti, è eterna ed infinita. A titolo di causa primitiva, di principio a cui si riferisce tutto ciò che riconosce una causa, essa non dipende che da sè stessa; ha la propria causa assolutamente in sè stessa; deve quindi essere una cosa veramente interna, avente la coscienza di sè stessa, e godente di assoluta libertà; come sorgente di ogni particolare esistenza finalmente, deve essere la esistenza in generale, la esistenza in sè stessa, e non conoscere veruna

condizione nè di quantità, nè di qualità, dappoichè ciò forma soltanto limitazioni, modi particolari di esistenza comparativamente ad altri.

3.° Qualunque esistenza particolare, in quanto essa procede dalla esistenza primordiale, deve corrisponderle, ma in guisa però che se ne avvicini più o meno, che ne porti più o meno i caratteri, dappoichè a titolo di cosa speciale, limitata e sussistente a lato di altre cose, essa trovasi in possesso di qualità determinate, ad un grado egualmente determinato. Ora, non conosciamo immediatamente e veramente che una sola esistenza, quella del nostro *io*. Se adunque il produttore s'imprime nel prodotto, e la causa generale in un effetto particolare, gli attributi che appartengono al nostro *io* in certa maniera ed in certi limiti, devono appartenere alla esistenza primordiale in modo assoluto ed illimitato. Riconosciamo il nostro *io* come un interno impenetrabile a sensi estranei, generale, ed avente la facoltà di determinarsi sè stesso; il nocciolo di nostra essenza, la ragione, crea il pensiero primordiale, il quale, posto in presenza delle altre idee, si annuncia come unità suprema, come generalità senza limiti, senza confini, riposante sopra sè sola. La nostra esistenza spirituale, di cui noi soli abbiamo la vera conoscenza, e riguardo alla quale godiamo di assoluta certezza, ha dunque condizionalmente gli stessi attributi che la esistenza primordiale possiede assolutamente; in conseguenza, questa ultima è spirituale; lo spirituale non si manifesta già immediatamente ai sensi, i quali non possono conoscerlo che nei suoi effetti; dunque altresì spirituale è la cosa posta al di fuori dello impero dei sensi, che è la sorgente di tutto quello con cui questi possono essere impressionati.

4.° Gli attributi suppongono una essenza alla quale essi sieno inerenti; la stessa esistenza primordiale non può consistere in una astrazione; non può essere unità assoluta, infinità, libertà; bisogna che sia un essere unico, infinito, libero, lo spirito del mondo, Dio.

5.° L'attributo dell'essere primordiale è la libertà, la quale implica attività; giacchè l'idea di una forza libera strascina quella di azione dalla parte di questa forza. Ovunque dove esiste azione, deve esservi altresì un prodotto di questa azione, un effetto; l'azione prese, nell'effetto, certa forma particolare, si rinchiusa entro certi limiti, divenne finita. Per tal guisa l'infinito, operando, deve produrre il finito, e siccome desso è unico, siccome si rassomiglia soltanto a sè stesso, questa emanazione del finito deve essere inseparabile da esso, ed in conseguenza eterna; la creatura non ha dunque nè principio nè fine, ed il mondo non è un prodotto compiuto, ma una esistenza che si svolge del continuo. Siffatta emanazione non è neppure una separazione dell'infinito, essa ne costituisce soltanto la

manifestazione, la rivelazione, giacchè non può esservi nulla all' esterno dell' infinito, ed il finito non potrebbe sussistere senza essere sopportato dall' infinito; uno è la manifestazione continua di Dio, e Dio non si trova all'esterno dell' universo; evvi tra loro lo stesso rapporto che fra l' interno e l' esterno, la idea ed il fatto, la forza ed il fenomeno.

6.° I limiti della esistenza, che stabiliscono la realtà delle cose, sono il tempo e lo spazio; il tempo e lo spazio segnano la comparsa della esistenza come cosa divisa, come multiplo procedente dalla unità primordiale, come pluralità di cose le quali si succedano l'una all'altra nel tempo, e sono per conseguenza periture, che trovansi collocate a lato le une delle altre nello spazio, e risultano per conseguenza limitate. Nel tempo stesso della diversità, la esistenza acquistò una direzione ed una costituzione determinate; il generale divenne particolare; ciò che risiedeva nella esistenza primordiale dispiegossi sotto forme speciali.

7.° La forza è la causa interna, manifestantesi sotto la forma del tempo, di effetti particolari, la unità di una essenza, dalla quale procede la diversità delle sue manifestazioni, il generale che si esprime in una serie di caratteri. Essa è adunque, per un rapporto speciale e per un determinato circolo, ciò che lo spirito del mondo è pel tutto, in generale, vale dire ciò che avvi di essenziale, ciò che fa l' ufficio di causa. Le diverse forze sparse nell'universo sono adunque il primo nato dall' ideale, il dispiegamento immediato della sua attività in direzioni particolari, i raggi che vanno da un solo centro verso la periferia. La forza è adunque la causa agente nel tempo; considerata come possibilità, essa dà il potere; comparando in realtà, essa costituisce l' attività; regnando come necessità, rappresenta la legge.

8.° Nella materia, le forze si neutralizzano reciprocamente; siccome esse si limitano del continuo, la loro azione diviene latente; il corso della loro manifestazione nel tempo si arresta, e comparisce una esistenza durevole, la quale rappresenta una cosa esterna e riempiente lo spazio.

9.° Siccome il tempo e lo spazio sono le forme necessarie del finito, nulla non può essere finito, se non riempie un tempo determinato ed insieme eziandio uno spazio determinato. La forza e la materia sono adunque ovunque riunite una coll'altra; mentre che la materia posa sopra forze le quali s' incatenano reciprocamente, le forze abbisognano, per manifestarsi, di una materia che serva loro di sostegno.

§. 1008. Da quanto precede emerge il carattere della creazione, tale quale l' intelletto la concepisce abbracciando tutta la estensione delle cognizioni acquistate dai sensi.

I. L' universo è il complesso di tutte le cose finite e la manifestazione dell' infinito. Riunisce quindi in sè questo contrasto, sicchè, considerato nella sua totalità, porta in sè i caratteri dell' infinito, ed ovunque apparisce finito nelle sue parti. Si compone di cose la cui esistenza è limitata nel tempo e nello spazio; ma tutte queste cose particolari sono un infinito; non hanno, nel loro complesso, nè principio, nè fine; sono infinite sotto l' aspetto dello spazio, ed eterne in riguardo al tempo; non potrebbero concepire nè il niente, nè la cessazione del tempo.

II. L' universo riunisce indipendenza e dipendenza.

1.° Una cosa isolata non porta in sè la pienezza della esistenza; è dedita limitata in conseguenza, determinata da altre cose, e dipendente da esse; è dedita l' effetto di altra cosa che la precedette; ma questa dipendenza è senza termine, abbraccia tutte le specialità, ogni effetto diviene alla sua volta una causa; nella massa prodotta da forze si sviluppano nuove forze; da ciò risulta, attraverso tutti i tempi e tutti gli spazii, un incatenamento non interrotto di cause e di effetti, il cui principio non si trova che nella idea infinita.

2.° Ma l' universo in generale si determina sè stesso; non avvi e non accade adunque nulla in esso, la cui piena ed intiera ragione non istia in esso; giacchè non è cosa differente dall' infinito, è lo stesso infinito manifestantesi. Niuna cosa può succedere, se non mediante le forze della natura e giusta le leggi della natura.

III. Il mondo abbraccia la unità come espressione della eternità, e la diversità come carattere del finito.

1.° La diversità si riferisce alla quantità ed alla qualità. Fra le cose evvi pluralità, tanto sotto l' aspetto del numero e del grado, quanto sotto quello del modo di esistenza; ma il proprio di una esistenza non può consistere che in ciò che la esistenza primordiale si rappresenta in essa in maniera particolare, o che questa o quella delle sue particolarità si realizzi in essa entro determinati limiti. Ogni cosa particolare è adunque la esistenza primordiale manifestantesi in una direzione speciale e ad un grado speciale, un solo raggio riflesso di tale esistenza. Ma, prese tutte insieme, esse conducono qualunque possibilità ideale alla realizzazione compiuta; siccome esse rappresentano tutti i modi possibili di esistenza, il loro complesso esprime la idea della esistenza in generale.

2.° Una qualità, qualunque essa siasi, non risulta mai altro che una cosa relativa, ed il particolare esiste soltanto comparativamente; la natura è una, ed una esistenza generale abbraccia tutte le specialità. Siccome tutte le particolarità provengono dalla stessa sorgente, esse hanno dell' affinità,

sono in contatto ed in conflitto le une colle altre. Le cose maggiormente eterogenee ne mostrano un certo rapporto sotto l'aspetto di quanto evvi in esse di essenziale; le leggi della ragione sono identiche con quelle del mondo materiale; le une e le altre non sono le vere leggi della natura se non quando si abbraccino nella loro unità.

3.° Le cose compariscono, nell'universo, sotto un aspetto comune, come stabilite in serie, secondo che esse rappresentano direzioni isolate della esistenza primordiale, o che costituiscono un insieme di molte fra queste direzioni, ed assumono una parte più ampia alla esistenza generale.

4.° La natura comprende ovunque forza e materia, attività ed esistenza; ma l'attività e la esistenza, considerate come una sola e stessa cosa, rappresentano la idea che si esprime col vocabolo divenire; dunque la natura, che è infinita, e che attinge in sè stessa i motivi delle sue determinazioni, è una creazione infinita per le sue proprie forze, uno sviluppo continuo, il quale non si riposa mai.

IV. Le cose particolari operano, come tali, conformemente alla loro specialità inerente, di maniera che i risultati che da ciò avvengono hanno le sembianze di essere gli effetti di cieco accidente. Ma le cose particolari sono legate dalla unità del pensiero, ed il mondo, considerato nel suo complesso, costituisce la espressione della esistenza spirituale primordiale, dalla quale esso proviene. Se ci è dato scorgere una forza spirituale in qualche parte fuori di noi, dobbiamo altresì considerarla come facente l'ufficio di causa determinante nel complesso dell'universo.

1.° Ora, questa forza si manifesta mediante l'armonia nell'universo. In onta della infinita varietà dei fenomeni particolari, l'universo rimane sempre lo stesso nel suo corso e nelle forme generali di sua azione; esso è l'adempimento di leggi eterne. Ma la legge è ciò che avvi di fisso, d'invariabile, d'ideale nel perituro, nel variabile, nel fenomenale. Dire che la legge regna, torna lo stesso che dire con altre parole che un pensiero continuo domina al disopra del particolare, e si realizza per esso.

2.° Il pensiero del tutto, composto di cose particolari, costituisce la causa dell'universo. Il generale si dispiega secondo tutte le direzioni, e si manifesta con una infinita pienezza di esistenza e di azione variata; il particolare sviluppa le sue forze, mantiene la sua esistenza fin a certo punto, e cede dappoi il passo ad altre particolarità, acciocchè il tutto rimanga sempre simile a sè stesso.

3.° La costituzione dell'universo è conforme a questo scopo. Le cose particolari sono stabilite in maniera che portano in sè di che concorrere al mantenimento del tutto; regna tra esse un'armonia la quale fa sì

che di mezzo alla ripartizione ineguale delle diverse forze, queste sono però in equilibrio; medesimamente, le direzioni di complesso sono tali, che favoriscono la esistenza della cose particolari.

4.° Quest'ordine, siffatta armonia ne conducono necessariamente a riconoscere una sorgente spirituale di ogni esistenza, e siccome la intelligenza imparziale è forzosamente condotta a questo punto di vista, vuole l'uso che pronunciando il vocabolo natura indichiamo, non solo l'universo qual somma di tutte le specialità, ma eziandio, da un lato, l'armonia che ne costituisce la essenza, dall'altro lato, la forza creatrice stessa, come esistenza spirituale primordiale, la quale si appalesa con iscopi diversi ed un ordine legittimo. (§. 2, II).

§. 1009. 1.° La natura si ripete nei suoi membri, riunendo molte specialità per formarne un tutto a parte, avente esso stesso la ragione di sua attività. Ciascuno di questi tutti è l'immagine dell'universo; ma per ciò stesso che esso non è che una copia, ha le forme del finito, è rinchiuso in determinati limiti, sicchè ciascuno è tutto, non già in maniera assoluta, ma in modo puramente relativo e per confronto col semplice. Queste copie non possono neppure tutte rassomigliarsi; ognuna deve, in virtù della infinita varietà della natura, avere le sue particolarità proprie; ognuna deve portare la impronta dell'universo ad un grado differente ed in maniera speciale.

2.° Il sistema dei mondi, di cui il nostro globo forma parte, è una di tali copie. Vi discopriamo infiniti corpi, ognuno dei quali ha la sua densità, il suo volume, la sua situazione, il suo movimento proprio, e via dicendo, ma che sono riuniti in un tutto, per così dire, articolato. Uno opera per gravitazione sopra gli altri, conformemente alla sua costituzione; ma è desso alla sua volta sollecitato e determinato da questi, e, di mezzo a tale conflitto, la permanenza del tutto viene stabilita dall'accordo regnante fra le parti, dalla legittimità e dall'armonia dei loro orbi. L'insieme si muove attorno di un corpo centrale, che è la espressione materiale della unità, ma che prova, mediante il suo movimento, essere desso stesso subordinato ad un altro tutto posto più alto di lui.

3.° In questo sistema il nostro pianeta si mostra, al pari degli altri, un membro speciale, il quale, alla sua volta, forma un tutto separato, sicchè esso non è determinato in modo assoluto dal corpo centrale, ma la sua gravitazione verso di questo trovasi limitata da certo grado d'indipendenza, e quello si muove attorno del secondo in un orbe ellittico, atteso la riunione di una forza centripeta e di una forza centrifuga. Il primo abbraccia la terra, l'acqua e l'aria, i quali, nel loro conflitto perpetuo, si

decompongono e si riproducono del continuo, in guisa da mantenere il tutto. La sua ruotazione attorno del proprio asse, l'orbe ch'esso descrive, e la obblività della eclittica hanno per iscopo di mettere tutti i punti in rapporto col corpo centrale colla maggior uniformità possibile.

4.° Considerate nelle loro specialità, le parti del nostro pianeta sembrano assolutamente dipendenti, una pura materia, la quale, per virtù dell'incatenamento delle forze, non possiede la facoltà di agire per sua propria impressione, e non può farlo che per una impulsione estranea. Il vegetale, l'animale e l'uomo, mostransi sotto tutt'altro aspetto. Qui la osservazione immediata e lo studio profondo ne fanno scorgere un tutto composto di parti, le quali sono strumenti destinati ad uno scopo determinato, od organi, un tutto in tutte le parti del quale si svela certa disposizione armonica, od una organizzazione, e che manifesta senza veruna interruzione un'attività ad esso propriamente devoluta, o la vita. Ritroviamo in quest'organismo, però in maniera limitata, gli stessi attributi che appartengono in modo assoluto alla natura in generale. Quest'accordo ne autorizza a riportare la idea dell'oggetto di nostra immediata osservazione pei sensi a quanto non abbiamo potuto comprendere che nella intuizione intellettuale. Sicchè, riconosciamo l'universo per un organismo assoluto, abbracciante tutto, e solo vero organismo, la cui vita infinita si riflette in cerchi, sempre più ristretti, ed in creature diverse, sempre più corrispondenti alla sua propria essenza. All'universo appartiene la vita assoluta, uno sviluppo infinito di attività variate, speciali ed operanti come cause, le une riguardo alle altre, che alla loro volta entrano in conflitto coi loro propri prodotti stessi, e che, per virtù della loro origine ideale comune, rappresentano un tutto avente in sè stesso la ragione delle sue determinazioni. Esso vive perchè è la manifestazione, la rivelazione della idea infinita, e perchè esso vive lavora del continuo alla vivificazione ed alla organizzazione di cerchi o di tutti particolari. Ma siccome la idea primordiale dell'universo si riflette nelle parti di quest'ultimo, così è dessa ciò che produce la vita degli esseri organizzati, ed il microcosmo racchiude così in sè altri microcosmi che gli corrispondono. Il principio della vita, o la forza vitale degli esseri organizzati è adunque la idea primordiale realizzantesi in determinati limiti (§§. 229, 319, 322, 476, 1.°). Da ciò devono procedere i caratteri della vita (§§. 1010, 1013), quali essi si mostrano specialmente ai suoi più alti gradi di sviluppo.

§. 1010. La vita individuale comprende, al pari della vita universale (§. 1008, IV), l'ideale ed il materiale.

1.° La materia di un corpo organizzato non ha stabilità; ondeggianti

del continuo, è dessa incessantemente prodotta a detrimento di materie estranee e distrutte (§§. 473, 910, III). La sola cosa stabile è il tipo, vale dire la espressione di una idea determinata da certa quantità di parti costituenti nella composizione, nella forma e nella attività. Al pari della procreazione (§§. 321, 476), della rigenerazione, ed in generale di ogni manifestazione della forza medicatrice della natura (§. 890, II), la vita è una realizzazione non interrotta del tipo (§. 892). Mentre che i prodotti della formazione non giungono a durare, la idea è la causa continuamente operante di tale formazione; essa produce e mantiene, penetra e vivifica tutte le cose particolari (§§. 474, 4.°; 475, 4.°; 894, 1.°).

2.° Tutto nell'organismo annuncia uno scopo determinato. Ogni miscuglio particolare ha i suoi rapporti coll'insieme; ogni forma speciale serve di mezzo per un'attività determinata, la quale alla propria volta trova la sua causa nella vita dell'insieme. Le attività sono funzioni, vale dire direzioni ed associazioni determinate, dispiegamenti di forza per adempiere certe viste. Le parti sono organi, vale dire mezzi di giungere a scopi determinati, che escono dall'idea dell'organismo. Secondo che siffatta idea è modificata in questo o quel modo nei diversi esseri organizzati, la organizzazione si modella altresì differentemente; è adunque uno dei più importanti risultati della zootomia l'aver dimostrato che la vita sussiste e compie le sue funzioni in onta dell'infinita diversità della configurazione, ed anche senza organi speciali. Così, negli organismi inferiori, la digestione (§. 917, 3.°), la respirazione (§. 965, 1.°), la distribuzione del succo vitale (§. 692, 1.°) e la procreazione (§. 917, 21), si eseguono senza apparati a loro esclusivamente consacrati.

3.° Mentre che, nei corpi inorganici, il presente è semplicissimamente il seguito del passato, senza niun'altra relazione, esso si riferisce sempre, negli esseri organizzati, ad un avvenire determinato. Ne abbiamo la prova, non solo nella formazione primaria dell'organismo (§. 474, 6.°), ma eziandio durante tutto il corso della vita (§. 892, 1.°). Il nutrimento ha per iscopo di riparare le perdite comportate dal sangue; ma lo stomaco lo reclama già in un tempo in cui la quantità del sangue non è peranco diminuita; medesimamente, durante la digestione stomacale, evvi già più ossigeno assorbito per la respirazione (§. 979, 4.°), sia ciò per sostituire l'acido adoprato nella formazione del succo gastrico, o per elaborare il chilo che deve più tardi prodursi.

4.° Ma il carattere infinito della forza di cui il principio vitale è il riflesso, si svela principalmente in questa circostanza che l'attività e la esistenza, la causa e l'effetto, lo scopo ed il mezzo, la intenzione ed il

risultato, non formano una serie semplice e si confondono mutuamente insieme. Ciò che l'azione vitale ha creato, è alla sua volta vivente, e diviene causa della persistenza dell'azione; ciò che è prodotto strascina la produzione di altra cosa (§. 894, 3.^o), e la vita viene mantenuta dalla vita. Tutto è reciprocamente scopo e mezzo. Se, ad esempio, la respirazione, formando sangue arterioso, opera per l'azione cerebrale che abbisogna di tal sangue (§. 978, 2.^o), questa le serve alla sua volta per eccitare i movimenti necessari al suo adempimento (§. 978, 1.^o). Quindi, tutto risulta veramente necessario nella vita, vale dire tutto vi è la inevitabile conseguenza di circostanze determinate, e ad un tempo indispensabile riguardo ai suoi effetti.

5.^o La idea dell'organismo si realizza mediante la riunione delle forze generali dell'universo (§§. 315, 476, 3.^o). Tutti i gradi di coesione (§. 829, 1.^o), tutte le specie di sostanze elementari (§. 685, II), tutte le forze inerenti alla materia (§. 989), tutti i fenomeni dinamici (§. 991), si trovano riuniti nel corpo organizzato come essi non lo sono minimamente nei corpi inorganici, sicchè questo corpo, rappresentando un vero microcosmo, un mondo in piccolo, concentra in sè quanto il pianeta abbraccia in lui. Il principio vitale non potrebbe manifestarsi immediatamente; essendo la espressione della forza generale della natura, non può farlo che mediante elementi generali, sicchè esso crea con questi ultimi la organizzazione che deve corrispondergli. È desso che stabilisce le condizioni di configurazione necessarie al lavoro della plasticità; per esempio, la separazione delle masse per l'azione dell'affinità chimica, l'attenuazione degli alimenti per la produzione del chilo, la ripartizione dell'aria in istretti canali per la respirazione, la separazione della massa del sangue in piccole correnti per la nutrizione e la secrezione. Si vale delle forze chimiche, ma non percorre la serie delle operazioni chimiche fin ad arrivare alla indifferenza, alla saturazione, al riposo, e mantiene le sostanze in uno stato continuo di opposizione, di tensione reciproca. Solo quando illanguidisce la forza vitale, le forze dell'universo riprendono la loro preponderanza; allora gli umori ubbidiscono alla legge della gravità, ed il composto organico si distrugge per la tendenza dei principii costituenti verso l'equilibrio chimico.

§. 1011. L'essere organizzato non abbraccia meno che l'organismo dell'universo (§. 1008, III) unità e pluralità (§. 475, 5.^o).

1.^o È carattere essenziale di un corpo organizzato che riunisca in sè sostanze e forme elementari diverse, solidi e liquidi. Vi si trovano a lato gli uni degli altri tessuti, i quali differiscono sotto l'aspetto della forma,

della tessitura, della composizione, delle connessioni, della situazione; la tendenza alla formazione di specialità si estende fin alle cose più particolari, sicchè niuna cosa si ripete perfettamente nello stesso sistema, e la composizione, del pari che la forma, vi si mostra diversa in ogni punto. La esistenza dell'organismo si caratterizza egualmente mediante una diversità continua nel tempo, vale dire mediante un'attività non interrotta (§§. 473, 475, 477). La formazione dura sempre (§. 876), perchè quanto si forma non soddisfa né esaurisce l'attività plastica, che tende all'infinito. Da ciò proviene che sonvi alcuni organi e certe funzioni d'ordine superiore e di ordine inferiore, secondo che contengono in sè maggior o minor diversità, che hanno caratteri più o meno speciali, che possiedono una vitalità più o men forte, che hanno rapporti più o men remoti colla vita generale.

2.º La vita è uno sviluppo di opposizioni (§§. 474, 894, 2.º), che sono in continuo stato di tensione le une riguardo alle altre, entrano in mutuo conflitto, e si eccitano, si derminano, si limitano reciprocamente. Di mezzo a tutto questo, le specialità si armonizzano talmente (§§. 475, 1.º; 892, 2.º; 3.º; 5.º; 955) che si modellano le une sulle altre (per esempio, la forma esterna dei polmoni e del petto) ed operano tutte di concerto nella mira di uno scopo comune (verbigrazia, i differenti succhi digerenti, le diverse parti dell'apparato della digestione, le diverse formazioni elementari che costituiscono il tessuto di ogni punto).

3.º In virtù della unità che unisce il multiplo, ogni punto opera sugli altri, di maniera che l'eccitamento in esso provocato si propaga a questi, si trasmette pure da un cerchio ad altri sempre più spaziosi, ed un effetto locale può finire col diventare generale. Ma, indipendentemente da ogni vicinanza, sonvi certi organi ed alcune funzioni le quali sono poste, atteso le condizioni di solidarietà regnante fra loro, in relazioni tali, che i membri opposti l'uno all'altro possono collocarsi in una situazione, o simile per consenso, o contraria per antagonismo. Sebbene questo genere di relazione appartenga specialmente ad alcune parti dell'organismo, può non di meno stabilirsi ovunque; giacchè, definitivamente, tutto nell'organismo ubbidisce alla legge della polarità, vale dire ogni cosa vi si rassomiglia alle altre in generale, e differisce da esse in particolare. La unità dominante può fare altresì che un organo faccia fin certo punto le veci di altro organo (§. 854), vale dire che l'organismo può compiere una funzione la quale entri nella sua idea, allora eziandio che l'organo specialmente destinato a quest'ufficio risulta incapace di adempierlo.

4.º La vita non istà nè qui nè là; essa trovasi in tutto il complesso

delle funzioni; abbisogna, per sostenersi, delle diverse attività, ognuna delle quali vi contribuisce in maniera propria ad essa. E siccome così il tutto sussiste per le parti, medesimamente la parte non ha valore ed esistenza se non in quanto essa è legata in maniera vivente col tutto. Siffatta reciprocità del tutto e delle sue parti si esprime ancora in ciò, che ogni specie di corpo organizzato porta in sè, per la impronta comune delle sue diverse parti, un carattere di complesso che gli è proprio, e che alla sua volta ogni parte forma un tutto subordinato, tanto in sè stessa, mediante le opposizioni che essa rinchiude, quanto nel suo aggruppamento con altre, e finalmente nell'associazione degli organi similari per costituire un sistema organico.

5.° Ogni organo partecipa della vita. Non essendo niuna cosa indipendente nell'organismo, non vivendovi nulla per la sua propria forza, nulla neppure di ciò che appartiene a quest'organismo non è privo di vita. Ma la diversità che penetra ovunque fa sì che regni grande varietà tra le parti, sotto l'aspetto della intimità dei rapporti che le uniscono al tutto. Sonvi alcune parti più rilevate, più essenziali, nelle quali la idea generale si manifesta più compiutamente, certi centri della vita ove il rapporto alla unità della vita si manifesta maggiormente, ed altre, subordinate, nelle quali predomina l'isolamento, ove la esistenza vivente avvicina l'esistenza senza vita.

6.° L'organismo avendo per carattere la individualità (§. 475, 2.°), forma un tutto chiuso, e si separa dal resto del mondo mediante limiti molto precisi, all'oggetto di mantenersi nello stato che gli è particolare. D'onde proviene il chiudimento del sistema dei vasi sanguigni (§. 700) e dei linfatici (§. 904); da ciò proviene egualmente che l'ammissione nel suo interno per via di penetrabilità (§. 833) è essenziale all'organismo e posa sopra tutto l'insieme del suo carattere.

§. 1012. La determinazione per sè stessa che appartiene in maniera assoluta all'universo, in tanto che essa è il ponimento in azione della sua esistenza primordiale, comparisce nell'organismo individuale nei limiti del finito, e scema la dipendenza dal mondo esterno, che è il proprio di tutte le cose particolari (§. 1008, II).

1.° Tutto ciò che è creato è dipendente, e la sua forza non si manifesta che colla condizione di essere eccitata mediante altra forza che le è opposta. La creatura organica abbisogna altresì di questa azione esterna per mettere in esercizio la sua attività vitale; ma essa rinchiude in sè certe opposizioni, le quali si eccitano reciprocamente all'attività, sicchè le condizioni di sua esistenza e di sua azione non sono, come nei corpi inorganici,

esclusivamente rinchiusa nel mondo esterno, e sono in parte altresì inerenti ad essa stessa. In conseguenza, se la eccitabilità, presa nella più ampia accettazione del vocabolo, o l'attitudine a manifestare la sua propria forza sotto la influenza di una forza estranea, appartiene a tutte le cose, essa si distingue, negli esseri organizzati, tanto per la natura dell'eccitatore quanto pel modo dell'eccitamento. Chiamiamo il principio della vita eccitabilità, per esprimere così la modalità di sua manifestazione; questo vocabolo indica per noi l'attitudine a manifestare, sotto le condizioni di certe influenze, le attività che hanno il loro fondamento nella idea della vita. In conseguenza, l'organismo ha i fattori generali della eccitabilità, ma in maniera particolare. L'attitudine ad essere affetto da impressioni ha in esso, con un maggior grado di sviluppo ed un cerchio più esteso di punti di contatto, certa direzione affatto speciale dall'esterno all'interno, la quale fa sì che essa diventi ricettività per gli effetti di sua propria attività; dunque in virtù di opposizioni che esso racchiude nel suo seno, l'organismo trova in sè stesso la impulsione ad agire, sicchè, meno dipendente dall'esterno, è capace di azione non interrotta. Ed il poter di agire, o la facoltà di reagire, conformemente alla sua natura, sopra le impressioni che esso riceve, giunse, mediante lo sviluppo di sua significazione primitiva, al punto che l'organismo si mantiene di mezzo a cose estranee, le quali fanno sforzo per penetrare in esso, le assoggetta, all'opposto, al proprio impero e le trasforma.

2.º Nell'assimilazione (§. 881, 6º), l'organismo esercita un dominio sulla materia esterna, che è suscettibile di metamorfosi in generale, e di trasformazione in materia organica in particolare. Siffatta materia esterna diventa perciò estranea a sè stessa, si decompone, per incorporarsi all'organismo, dopo aver comportato una metamorfosi corrispondente al carattere di quest'ultimo (§. 956). E l'operazione continua nell'interno, sicchè un tessuto si assimila l'altro, lo converte in sua propria natura, e se l'appropria. Per tal guisa il sangue opera sulla linfa (§§. 909, 4.º; 919, 6.º) ed il chilo (§. 962, 3.º), il tessuto sul sangue (§. 881, II), la superficie suppurante sul tessuto (§. 855) e via parlando. Mentre che gli atti della formazione, i quali si avvicinano alle mutazioni della materia inorganica, sono rilegati alle superficie limitanti esterne, l'organismo esercita specialmente nel suo interno la forza che gli è particolare. Il lavoro propriamente detto della plasticità non si compie che negli interstizii dei canali, degli otricelli, dei sacchi, in una parola, entro cavità a pareti rivolte in faccia una dell'altra; per cedere allo impero della sostanza organica, la materia che deve comportare l'assimilazione, abbisogna di

essere per ogni parte circondata da essa (§. 956); più la cavità è situata profondamente e stretta, più la trasformazione che in essa si opera riesce considerabile (§. 883, 1.°); quindi, la formazione del chilo risiede principalmente e precisamente all'origine cotanto tenue dei linfatici dell'intestino tenue che è la parte interna del canale digerente. Ma la forza assimilatrice si arresta alla materia indecomponibile od incapace di metamorfizzarsi in sostanza organica; l'organismo può eziandio soccombere ad un'assimilazione, tanto perchè esso ha troppa ricettività e non bastevole attività propria, come accade ad un tessuto che si avvizzisce di essere riassorbito al sangue (§. 914, 5.°), quanto perchè la materia estranea oppone certa resistenza di cui essa non può trionfare, come avviene a certi veleni corrosivi e ad alcuni principii contagiosi di esercitare sull'organismo un potere assimilatore.

3.° Ma, nello stato normale, l'organismo si mantiene identico, ad onta di tutti i mutamenti delle condizioni esterne; giacchè adopra le sostanze estranee soltanto come materiali di cui abbisogna per determinare esso stesso la sua formazione, o per operare esso stesso la propria conservazione (§§. 475, 2.°; 894, 4.°; 955, VII), e crea il suo corpo mediante uno sviluppo dall'interno all'esterno (§§. 473, 4.°; 645, I).

4.° La conservazione per sè stessa dipende dal rinnovamento continuo, esterno ed interno, di sostanza, da un conflitto chimico, da uno scambio di materiali, tanto fra l'organismo ed il mondo esterno, quanto tra i differenti tessuti. Il sangue od il succo plastico giunto al suo pieno ed intero sviluppo costituisce il centro di siffatto rinnovamento. La sua produzione, il suo perfezionamento, la sua metamorfosi, la sua decomposizione, la sua distruzione, la sua riproduzione costituiscono tutta la parte materiale dell'attività vitale; e nella guisa stessa che questa successione continua di cambiamenti viene determinata dal principio vitale, dalla idea dell'organismo, esprimendosi nella individualità, così pure, l'individuo abbraccia questi diversi gradi di formazione, e riunisce ad un tempo tutti gli agenti della materia organica. La circolazione del sangue è la espressione materiale della divisione in multiplo e della riduzione alla unità, come il movimento vitale, sempre attivo, mai in riposo, che l'accompagna, si manifesta mediante la espansione e la contrazione continua del cuore.

5.° La formazione chiama all'esistenza il particolare, che la decomposizione fa quindi rientrare nel generale; i tessuti speciali ripassano, per fluidificazione, allo stato di ciò che avvi di generale nell'organismo, allo stato di sangue, come i liquidi separati ritornano mediante la eiezione

alle condizioni generali dell' universo. Ma la decomposizione e la formazione sono del continuo unite insieme; giacchè, per fin nel primo ridestamento della vita, sonvi tessuti intieri, i quali si distruggono poco dopo essere stati creati. Ogni forma realizzata esprime una cosa finita compiuta; la continuità della formazione annuncia esservi nel fondo certa tendenza infinita, la quale si agita entro limiti determinati. Mediante questa continua formazione, l' organismo rinnova del continuo la sua esistenza; ripete esso la sua procreazione. Nella guisa stessa che la rigenerazione costituisce la ripetizione della prima formazione (§. 888), la nutrizione un analogo della generazione (§. 955), e la propagazione stessa una semplice direzione speciale della plasticità (§. 230, 2.^o), così la vita materiale in generale ne comparisce come l' effetto della forza procreatrice infinita, che crea organismi individuali colla materia elementare (§. 322) e che conserva quanto essa ha creato (§. 323), ricreando, mediante l' assimilazione che fa comportare alle cose estranee, certa materia simile a quella che essa perde.

§. 1013. La idea dell' organismo, che risiede nell' universo, si realizza entro cerchi sempre più ristretti, sicchè quanto comparisce un tutto, esercita soltanto l' ufficio di parte relativamente ad un tutto superiore (§. 1008, I).

1.^o L' individuo è un membro organico di sua specie, come l' organo è il membro di un sistema organico, e questo il membro di un corpo organizzato. Nella guisa stessa che, in ogni razza, il carattere della sua specie si realizza in modo che gli è proprio (§. 220), così avviene altrettanto, ed in forma eziandio molto più manifesta, per gli individui, sicchè in virtù della inesauribile varietà della natura, niuno fra essi non è perfettamente simile all' altro (§. 893, 2.^o), rappresenta il carattere della propria specie (§. 893) sotto una speciale modificazione. Come membri di un tutto, gli individui entrano in conflitto gli uni cogli altri, ed il rapporto di questo conflitto colla specie si manifesta immediatamente in modo materiale nella procreazione. Più il conflitto degli individui al servizio della specie è attivo, maggiormente esso prende le sembianze di apparato organico, più altresì la essenza della specie si realizza in quest' ultimo e più egualmente la vita degli individui si eleva.

2.^o Secondo che ascendesi nella serie, i cerchi diventano sempre più grandi. Molti generi differenti gli uni dagli altri presentano la idea comune di un ordine, e non rappresentano che modificazioni speciali di questa idea. Gli ordini non sono che modificazioni del tipo essenziale di una classe determinata, e questo tipo non è alla sua volta che una forma

particolare del tipo comune a tutti gli esseri organizzati. Ogni esistenza organica possiede adunque le qualità di un organismo in generale, ma in maniera finita, a certo grado, con certo modo; sotto il primo aspetto riconosciamo una scala di perfezione lungo la quale si realizza la idea dell'organismo. Nel basso della scala, la diversità è più ristretta; le azioni inseparabili della esistenza organica sono inoltre confuse con la vita dell'insieme, e questa non ha che un carattere comune, o, se meglio vuolsi, generale; essa s'innalza al maggior grado mediante l'acquisto di forme speciali per ogni genere di azioni, mediante la comparsa di funzioni determinate, le quali hanno certi limiti fissi le une riguardo alle altre, e per le quali si producono organi che ne sono i supporti; la vita progredisce così tanto più quanto maggiormente le opposizioni si moltiplicano nel suo seno, e va crescendo il numero dei membri dissimilari. Ascende egualmente nella stessa proporzione da cui diviene più manifesta la dominazione della unità, in conseguenza più intima la unione delle parti, più vivo il loro conflitto, più sensibile la loro cooperazione nell'interesse generale, e più osservabile altresì la loro dipendenza dal tutto, mentre che lo stesso tutto, diventa sempre più circoscritto, individualizzato, indipendente, e si penetra maggiormente dell'ideale che costituisce il fondo di ogni formazione.

Questa scala degli esseri organici esprime lo stesso pensiero dello sviluppo progressivo dell'individuo; le stesse immagini primordiali che servono di base alle diverse età della vita sono altresì realizzate dalle differenti forme della esistenza organica (§. 477, 4.^o). Ogni specie di essere organizzato segna un punto determinato nella storia della vita del globo terrestre, e ne rappresenta certo periodo; nella guisa stessa che le specie rappresentano i gradi a cui la creazione organica si è fissata nel corso del tempo, così il loro complesso ci presta una immagine dello sviluppo successivo della vita sulla terra. Ma non si tratta già qui di una scala o di una serie semplice ed uniforme; la diversità degli esseri organici si riferisce sempre simultaneamente alla qualità; la formazione tende ovunque a creare specialità, riunendo gli elementi comuni in certe proporzioni, per modo che il grado occupato da ogni essere non è espresso dalla riunione delle sue qualità, uniformemente sviluppate, ma soltanto dal suo carattere di complesso. Non avvi adunque che un solo regno organico, i cui membri s'intrecciano gli uni cogli altri, e che, emanati dalla stessa sorgente, si prestano reciprocamente soccorso ed appoggio (§§. 263, 1.^o; 366; 655, 8.^o; 936).

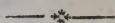
3.^o Il regno organico è un prodotto della vita planetaria, la quale,

alla sua volta, sussiste come membro di un tutto superiore. Gli esseri organizzati sono adunque più intimamente legati al mondo esterno dei corpi inorganici, hanno maggior ricettività per ciò che proviene dall'esterno, sono più fortemente impressionati da tutto, e si mostrano sensibili ad impressioni leggerissime, in particolare a quelle dei fenomeni dinamici. Ma la loro vita ha altresì per condizione questo intimo legame coll' universo, e dipende da un continuo conflitto coll' esterno, il quale si esprime sotto la forma d' ingestione e di eiezione. Finalmente, siccome il mondo esterno somministra quanto abbisogna l'essere organico, e che questo possiede la facoltà di soddisfare i suoi bisogni (§§. 357, 594, 3.°; 892, 4.°; 894, 5.°; 955, 976, I), riconosciamo che tra l' universo e la esistenza organica, comprendendovi in essa la nostra vita, evvi un' armonia prestabilita, la cui causa è l' essere primordiale ed infinito che si appalesa come vita ed amore (§. 476, 2.°).

FINE DEL TOMO NONO ED ULTIMO.

INDICE

DEL NONO VOLUME



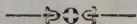
SEZIONE SECONDA. Della formazione del sangue.	Pag. 3
Prima divisione. Fenomeni generali della formazione del sangue.	ivi
Capitolo I. Assorbimento.	4
Articolo I. Ammissione di sostanze estranee nel corpo.	ivi
Articolo II. Organi dell'assorbimento.	14
I. Organi etoplastici.	ivi
II. Organi entoplastici.	22
III. Vasi assorbenti.	23
Articolo III. Maniera colla quale compiesi l'assorbimento.	43
Articolo IV. Forze che presiedono all'assorbimento.	50
I. Cause dell'assorbimento.	ivi
II. Circostanze delle quali dipende l'assorbimento.	55
Articolo V. Movimento dei liquidi assorbiti.	63
Capitolo II. Mutamenti comportati dalle sostanze estranee assorbite.	71
I. Fluidificazione.	ivi
II. Trasformazione.	75
Seconda divisione. Fenomeni particolari della formazione del sangue.	79
Prima suddivisione. Della formazione del sangue nei tessuti e negli organi digerenti.	ivi
Capitolo I. Riassorbimento.	ivi
Capitolo II. Della digestione.	104
Articolo I. Condizioni esterne della digestione.	109
I. Organizzazione dell'apparato digerente.	ivi
A. Sostanza dell'organo della digestione.	ivi
B. Forma dell'organo della digestione.	110
1. Forma dell'organo digerente rapporto alla quantità.	ivi
2. Forma dell'organo digerente riguardo alla qualità.	112

a. Differenze di qualità relative alla lunghezza	Pag. 113
b. Differenze di qualità relative alla larghezza	" 118
aa. Prominenze interne	" ivi
bb. Protuberanze esterne	" 120
II. Movimenti dell'apparato digestivo	" 125
A. Movimento in generale	" ivi
1. Muscoli serventi alla digestione	" ivi
2. Disposizioni meccaniche	" 130
B. Movimenti in particolare	" 133
1. Movimento d' ingestione	" ivi
a. Organi che compiono siffatto movimento.	" ivi
b. Effetti dell' azione degli organi	" 139
aa. Introduzione degli alimenti	" ivi
bb. Deglutizione degli alimenti	" 151
2. Movimento digestivo	" 158
a. Movimento dello stomaco	" ivi
b. Movimento dell' intestino	" 168
3. Movimento di eiezione	" 172
Articolo II. Condizioni interne della digestione	" 186
I. Nutrimento	" ivi
A. Quantità del nutrimento	" ivi
B. Qualità del nutrimento	" 195
1. Sostanze organiche	" ivi
2. Sostanze inorganiche	" 205
II. Digestione	" 213
A. Mutazioni comportate dal nutrimento	" ivi
1. Primo periodo	" ivi
a. Cambiamenti avvenuti nella cavità buccale	" ivi
b. Cambiamenti operati nello stomaco	" 220
aa. Fenomeni indicanti codesti cambiamenti	" ivi
bb. Cause dei mutamenti che avvengono nello stomaco	" 238
2. Secondo periodo	" 260
3. Terzo periodo	" 266
B. Prodotti della digestione	" 270
1. Prodotti da eliminare	" ivi
a. Gas	" ivi
b. Escrementi	" 272
2. Prodotti da incorporare	" 276
a. Natura del chilo	" ivi
b. Composizione del chilo	" 281
c. Modo di formazione del chilo	" 285
Articolo III. Essenza della digestione	" 309
I. Formazione di sostanze novelle	" ivi

II. Decomposizione.	Pag. 318
III. Alimenti.	320
IV. Forza digestiva	326
V. Mezzi di digestione	335
VI. Circostanze che concorrono alla digestione.	344
Seconda suddivisione. Della formazione del sangue nel sistema linfatico.	355
Capitolo I. Differenza tra la linfa, il chilo ed il sangue.	ivi
Capitolo II. Della conversione incipiente del chilo e della linfa in sangue	360
I. Cambiamenti nelle proprietà	ivi
II. Mezzi di conversione del chilo e della linfa in sangue	374
Terza suddivisione. Formazione del sangue nel sistema sanguigno	376
Sezione prima. Conflitto col mondo esterno, ossia respirazione.	380
Capitolo I. Della respirazione in sè stessa	382
Articolo I. Meccanismo della respirazione	ivi
I. Organi della respirazione	ivi
A. Organi pel mezzo esterno	ivi
1. Organi che partono dalla pelle	ivi
2. Organi partenti dal canale digerente	386
B. Organi per la sostanza organica	390
II. Movimento respiratorio	392
A. Qualità del movimento respiratorio	393
B. Modalità del movimento respiratorio	395
C. Quantità del movimento respiratorio	404
D. Relazioni del movimento respiratorio.	407
Articolo II. Fenomeni chimici della respirazione	414
I. Cambiamenti dell'aria	415
II. Cambiamenti del sangue	424
A. Scambio dei materiali	428
B. Effetti dei cambiamenti del sangue	436
Capitolo II. Rapporti della respirazione colla vita	442
Articolo I. Rapporti generali della respirazione coll'organismo	ivi
Articolo II. Rapporti speciali della respirazione coll'organismo	452
I. Rapporti colla vita animale	ivi
II. Rapporti colla vita plastica	456
Capitolo III. Essenza della respirazione	459
Sezione seconda. Del conflitto coll'interno dell'organismo	470
I. Il sangue	ivi
II. Secrezioni	471
III. Gangli sanguigni	475
Terza divisione. Considerazioni generali sulla formazione del sangue	488
Della dinamica	490
I. Delle forze dell'universo nella vita	491

A. Forze inerenti	Pag. 491
B. Forze aderenti	496
1. Magnetismo	497
2. Elettricità	498
3. Calore	503
a. Calore in sè stesso	ivi
aa. Fenomeni del calore	ivi
bb. Cause del calore	510
b. Temperatura esterna	535
aa. Fenomeni della temperatura esterna	ivi
bb. Cause della temperatura esterna	542
4. Luce	550
II. Forza vitale	551
FINE DELL' INDICE DEL NONO ED ULTIMO VOLUME.	

TAVOLA GENERALE ALFABETICA



N.B. Il numero romano indica il tomo, l'arabo la pagina.

- A**aborto. IV, 684.
- Acalefi. Sviluppo del loro embrione. III, 56.
- Acarus-Scabiei. I, 35.
- Accoppiamento. II, 471. — Suoi risultati, 495.
- Acido. Lattico. VI, 541.
- Accrescimento nell' infante. IV, 910, 919. —
Nell' uomo. V, 405.
- Acqua. Sua presenza negli infusorii. I, 13. —
Sua presenza nel sangue. VI, 547. — Sua
proporzione nei corpi organizzati. VIII,
586. — Variazione nelle proporzioni, 674.
— Sua influenza sulla nutrizione, 596.
- Adesione. VIII, 546.
- Adiposo (tessuto). VII, 233.
- Adolescenza. IV, 964.
- Albumina. VI, 528, 529, 530, 532, 533, 535;
VIII, 540.
- Alibilità. IX, 233.
- Alimenti. Loro introduzione nel corpo. VIII,
614, 626. IX, 139. Loro deglutizione, 151.
— Loro qualità diverse, 211. — Organi-
che, 195. — Inorganiche, 205. — Loro
proporzione alle bevande, 209. — Defini-
zione generale, 320.
- Allantoide. III, 469. IV, 614.
- Allattamento. IV, 844.
- Amfipodi. Sviluppo del loro embrione.
III, 99.
- Amnio. Modo di sviluppo di questa mem-
brana. III, 366. — Liquido che racchiude.
IV, 570, 576.
- Amore. II, 375, 433. Cangiamento che pro-
duce negli individui, 397. — Suoi diversi
caratteri secondo il sesso, 411. — Amor
proprio, 423. — Amore del tutto, 427. —
Amore dell' individuo, 428. — Amore ma-
terno. IV, 798; V, 69.
- Anello vegetabile. III, 18.
- Anima. IV, 653, 940; V, 130, 460.
- Animali spermatici. I, 115; II, 594, 595.
- Annelidi. Sviluppo del loro embrione. III, 69.
- Antera, I, 102.
- Appetito venereo. II, 370.
- Araenidi. Sviluppo del loro embrione. III, 80.
- Aria. Sua presenza negl' infusorii. I, 19. —
Sua presenza nelle bolle del sangue, VI,
499. — Introdotta nella economia. VIII,
609. — Suoi cangiamenti nella inspira-
zione. IX, 415.
- Arterie. VI, 651, 701, 740, 775; VII, 243.
- Ascessi. VIII, 708.
- Asfissia. IX, 447.
- Asperarteria. Suo modo di sviluppo. III, 399.
- Assimilazione nell' embrione. IV, 588.
- Assorbenti (vasi). IX, 23.
- Assorbimento. Fatti che lo dimostrano. IX,
4. — Non è semplice trasporto d' azione
d' un organo all' altro, 6. — Organi che
lo compiono, 14. — Organi ettoplastici,
ivi. — Organi entoplastici, 22. — Vasi che lo
effettuano, 23. — Modo con cui si com-
pie, 43. — Sue cause, 50. — Circostanze
da cui dipende, 55. — Movimenti dei
liquidi assorbiti, 63. — Mutamenti che
comportano le sostanze estranee assorbite,
71. — Fluidificazione, *ivi*. — Trasforma-
zione, 175.
- Astinenza. Suoi effetti. IX, 100, 187.
- Atmosfera. Sua influenza sulla nutrizione.
VIII, 596,
- Attinie. Sviluppo del loro embrione. III, 54.
- Attrazione. IX, 491.
- Audizione. Suo sviluppo nell' embrione. III,
358.
- Aura seminalis. II, 517.

- Bacino. I, 235.
 Batraci. Sviluppo del loro embrione. III, 130.
 Battiti del cuore. VI, 725.
 Bere. IX, 144.
 Bevande. IX, 205.
 Bile. VII, 492; VIII, 566, 629, 654, 675, 696, 723; IX, 264, 303.
 Blastema. III, 301.
 Blasto. I, 88.
 Bocca. III, 404; IX, 133, 138, 213.
 Bocche mucose. VII, 236.
 Brachiopodi. Sviluppo del loro embrione. III, 105.
 Branchie. Loro modo di sviluppo. III, 463. — Cervicali, 464. IV, 596. — Addominali. III, 467. — Loro modo d'azione. XI, 383, 388.
 Bulbi. I, 55; — terrestri, *ivi*. — aerei, *ivi*.
 Burro. IV, 833.
 Cadaverici (fenomeni). V, 348. — Rigidezza, 357.
 Caduca (membrana) dell'uovo. II, 100. — Caduca riflessa, 703.
 Caducità. V, 109.
 Callo. VIII, 782, 783, 785.
 Calore animale. Suoi fenomeni. IX, 503. — Sue cause, 510. — Temperatura esterna, 535. — Suoi fenomeni, *ivi*. — Sue cause, 543.
 Camminare. Nel bambino. IV, 935.
 Canale deferente. I, 161. — Sue dilatazioni, 162. — Suoi organi accessori, 164. — Digestivo. III, 378.
 Gangrena. VIII, 824.
 Capillari. VI, 607, 785.
 Capsule surrenali. Loro sviluppo. III, 492. — Loro struttura. VII, 249. — Loro usi. IX, 479.
 Cartilagini. Loro sviluppo. III, 331. — Loro tessitura. VII, 308.
 Catalisi. VIII, 915.
 Cefalopodi. Sviluppo dell'embrione. III, 68.
 Celibato. V, 100.
 Cellulare (tessuto). Suo sviluppo. III, 301. — Definizione. VII, 227. — Sue diverse specie o forme, 228. — Sua tessitura, 337.
 Cercarie. Sviluppo del loro embrione. III, 30.
 Cerume. VII, 481.
 Cervello. Suo sviluppo. III, 314. — Sua tessitura. VII, 288, 362.
 Chilificazione. IX, 285.
 Chilo. IX, 281, 355.
 Chimo. IX, 222, 249.
 Cicatrizzazione. VIII, 768, 769.
 Ciclopodi. Sviluppo del loro embrione. III, 106.
 Cieco. IX, 122, 268.
 Circolazione. Nell'embrione. IV, 598. — Suoi effetti, 784, 901. — Sua essenza. VI, 621. — Sue forme diverse nel regno animale, 622. — Suoi fenomeni generali, 709. — Varietà ch'essi offrono riguardo al tempo, 715; — Allo spazio, 721. — Maniere diverse con cui si manifesta la sua rapidità, 725. — Sue cause, 732. — Circostanze meccaniche di tale funzione, 749. — Resistenza dei vasi, 750. — Resistenza del sangue, 763. — Cause estranee al cuore che vi contribuiscono, 770. — Cause inerenti ai vasi, 774; — alle arterie, 775; — ai capillari, 785; — alle vene, 786; — al sangue, 789. — Influenza della vita in generale sulla funzione. VII, 3; — della respirazione, 28; — della digestione, 46; — della sensibilità, 48; — della irritabilità, 68. — Essenza di tale funzione. 108.
 Cirripedi. Sviluppo del loro embrione. III, 108.
 Cisposità. VII, 481.
 Cisti. VIII, 748.
 Climi. Loro influenza sulla mortalità. V, 258.
 Clitoride. I, 190; III, 526.
 Cloaca. I, 186; III, 523.
 Coagulazione del sangue. VI, 505. — Fenomeni che l'accompagnano, 509. — Fenomeni accessori, 513. — Influenze che agiscono su di essa, 864.
 Coesione. Delle parti costituenti del corpo umano. VIII, 526, 546.
 Colostro. IV, 196.
 Colubri. Sviluppo del loro embrione. III, 149.
 Concrezioni. VIII, 788, 845. — Comuni, *ivi*. — Orinarie, 853. — Biliari, 858. — Artriche, 731.
 Condotti deferenti. I, 161. — Loro dilatazione, 162. — Organi accessori, 164. — Glandole accessorie, 170. — Loro orifici, 194. — Di Botalli. IV, 788.
 Conferve. I, 34.

- Copulazione. II, 398. — Epoca dell'accoppiamento, 471. — Luogo in cui si opera, 473. — Mezzi che lo eccitano, 475. — Posizione degli animali durante tale atto, 483. — Particolarità organiche che vi concorrono, 485. — Unione dei sessi, 486. — Stato della vita durante l'accoppiamento, 491. — Sua durata, 494. — Sua frequenza, *ivi*. — Suo risultato, 495.
- Corno. VII, 321, 385.
- Corpi di Wolf. III, 494.
- Cranio. III, 349.
- Crema. IV, 833.
- Cremastere. I, 129.
- Cristallino. VII, 316.
- Crostacei. Sviluppo del loro embrione. III, 86.
- Cruore. VI, 526, 528, 532, 536.
- Cuore. Suo modo di sviluppo nell'embrione. III, 415. — Epoca in cui principia a battere. IV, 621. — Sue diverse forme negli animali. VI, 637, 638. — Sua storia generale, 679. — Suoi movimenti in generale, 681. — Sistole, 682. — Diastole, 683. — Ritmo dei suoi movimenti, 684. — Loro effetti sul sangue, 691. — Sulle pareti dell'organo stesso, 695. — Rumori del cuore, 698. — Cause dei suoi movimenti, 733. — Sua azione sopra le arterie, 740; — sui capillari, 742; — sopra le vene, 744. — Sua azione considerata in generale, 748. — Valutazione della sua forza, 767. — Sua tessitura, VII, 298. — Sua azione nella respirazione, IX, 391.
- Cutaneo (sistema). VII, 250, 277, 349.
- Cuticola. Sua formazione. II, 686.
- Dafnidi. Sviluppo del loro embrione. III, 104.
- Darto. I, 129.
- Decapodi. Sviluppo del loro embrione. III, 87.
- Decrepitezza. V, 109.
- Defecazione. IX, 173.
- Degenerazione. VIII, 809; — dei liquidi, 814; — dei solidi, 822.
- Deglutizione. LV, 630; IX, 144, 151.
- Denti. Storia della loro formazione. III, 404. — Loro tessitura. VII, 319, 390. — Loro usi. IX, 136, 148.
- Dentizione, prima. IV, 929; seconda, 956.
- Dicogamia. I, 211.
- Digenia. I, 73, 350; II, 357, 463, 633.
- Digestibilità degli alimenti. IX, 235.
- Digestione. I, 258; VIII, 632. — Idea di tale funzione. IX, 104. — Sua influenza sulla circolazione. VII, 46. — Organizzazione del suo apparato. IX, 109. — Movimento d'ingestione, 133. — Introduzione degli alimenti, 139. — Movimento di eiezione, 172. — Condizioni interne della funzione, 186. — Cambiamenti del nutrimento nella cavità buccale, 213; — nello stomaco, 220. — Cause dei mutamenti che avvengono in questo viscere, 238. — Digestioni artificiali, 239. — Fenomeni della digestione stomacale, 248. — Cambiamenti che avvengono nell'intestino, 260. — Prodotti della digestione, 270. — Essenza della funzione, 309. — Formazione di nuove sostanze, *ivi*. — Decomposizione, 318. — Forza digestiva, 326. — Mezzi di digestione, 335. — Circostanze che concorrono alla digestione, 334.
- Digestivo (apparato). Suo sviluppo. III, 369; — sua sostanza. IX, 109. — Sua forma, 110. — Differenze di lunghezza, 113; — di larghezza, 118. — Suoi movimenti, 125. — Muscoli che vi concorrono, *ivi*. — Disposizioni meccaniche, 130.
- Dinamica. IX, 490.
- Dissoluzione. VIII, 348.
- Duplicità degli organi della generazione. I, 131.
- Economia. Influenza delle materie esterne introdotte nella economia. VIII, 607.
- Educazione. V, 76. — Suoi mezzi, 84. — Suo modo, 86.
- Eiaculazione. II, 488, 492.
- Eiezione. IX, 172.
- Elettricità. Suo officio nell'organismo. IX, 498.
- Ematina. TI, 526, 562.
- Embrionale (vita). Sua estensione. II, 641.
- Embrione. II, 641. — Suoi rapporti coll'uovo, 733. — Azione che esercita sulla madre, 740. — Azione che la madre esercita su di esso, 742. — Azione meccanica, *ivi*. — Azione chimica, 744. — Azione dinamica, 747. — Azione organica, 751. — Suo sviluppo. III, 3, 267. — Sviluppo delle sue funzioni e dei suoi organi, 300. —

- IV, 537, 678. — Sviluppo dell'embrione dei vegetali. III, 8, 28. — Degli entozoari, 28, 54. — Delle attinie, 54. — Degli acalefi, 56. — Dei tunicari, 58. — Dei pelecipodi, 60. — Dei gasteropodi, 62. — Dei cefalopodi, 68. — Degli anellidi, 69. — Degli insetti, 72. — Delle aracnidi, 80. — Dei decapodi, 87. — Degli anfipodi, 99. — Degli isopodi, 101. — Dei dafnidi, 104. — Dei branchiopodi, 105. — Dei ciclopidi, 106. — Delle lerneadi, 107. — Dei cirripedi, 108. — Dei crostacei in generale, 109. — Dei pesci ossei, 112. — Dei pesci cartilaginei, 126. — Dei batraci, 130, 145. — Delle salamandre, 145. — Del colubro, 149. — Degli uccelli, 166, 265. — Dell'embrione umano, 267, 300. — Sviluppo della configurazione esterna, 301, 448. — Della laminetta serosa, 306. — Della laminetta mucosa, 369. — Della laminetta vascolare, 408. — Del sistema uro-genitale, 494. — Direzione dell'embrione riguardo all'uovo ed al corpo incubatore. IV, 538. — Suoi movimenti, 626.
- Embriotrofo. I, 87; II, 542, 685; — IV, 575.
- Emigrazioni. V, 239.
- Endocorion. III, 474; IV, 567.
- Endosmosi. IV, 561; VIII, 549.
- Entozoari. I, 26. — Sviluppo del loro embrione. III, 28, 54; VII, 842.
- Epidermide. Epoca della sua prima comparsa. III, 328; V, 230. — Sua natura. VII, 329.
- Epididimo. I, 159; III, 520.
- Epigenesi. II, 613.
- Epiglotta. IX, 155.
- Epitelio. VII, 332.
- Epizoari. I, 35; VIII, 842.
- Eredità. II, 556.
- Erettilità. VII, 19.
- Erezione. II, 477, 483.
- Ermafroditismo. I, 218. — Normale, 218, 229; — per avvicinamento, 220; — per riunione, 222. — Anormale, 229.
- Esantemi. VIII, 835.
- Ecrementi. IX, 272.
- Escrescenze. I, 265; VIII, 826.
- Esofago. IX, 156.
- Espirazione. IX, 398.
- Essere che procrea. I, 10, 333.
- Età. Sua influenza sul sesso della prole. II, 583; IV, 792. — Adulta. V, 4. — Del ritorno, 103. — Sua influenza sulla mortalità, 295. — Relazione colla vita, 417. — Particolarità che la distingue, 422. — Sue proporzioni nella vita, 528.
- Eterogenia. I, 11, 40; II, 457.
- Eteroplasmii. VIII, 829.
- Facoltà intellettuali. 2, 283. — Loro sviluppo. IV, 869, 940, 961. — Andamento del loro sviluppo. V, 410.
- Facoltà morali. Loro sviluppo nel bambino. IV, 876, 945, 961.
- Facoltà procreatrice. V, 11, 104.
- Faringe. IX, 156.
- Faccia. IX, 151.
- Fecondazione. II, 358, 462. — Solitaria, 463. — Reciproca, 467. — Esterna, 469. — Interna, 471. — Condizioni della fecondazione, 499. — Fecondazioni artificiali, 502. — Modo della fecondazione nell'accoppiamento esterno, 509; — nell'accoppiamento interno, 511. — Sito in cui succede, 513. — Epoca in cui si opera, 528. — Circostanze che vi si riferiscono e che hanno relazione alla quantità, 533. — Circostanze ad essa favorevoli, 537. — Effetti che produce sulla donna, 541; — sull'uovo, 543; — sulle procreazioni susseguenti, 554; — sulla procreazione immediata, 557.
- Fecondità. II, 441, 456. — In generale, 441. — Procreazione simultanea, *ivi*. — Procreazione successiva, 444. — Varietà che presenta la fecondità secondo le specie, 445. — Suoi limiti, 454. — Sua durata. V, 95. — Influenza della stagione su di essa, 250.
- Fegato. Suo modo di sviluppo. III, 391. — Sua funzione nell'embrione. IV, 611; — nell'infante, 905. — Sua struttura. VII, 261.
- Fermentazione cadaverica. V, 366.
- Feto. Sua vita. II, 641. — Suo modo di nutrizione. IV, 560.
- Fibra elementare. VIII, 529.
- Fibrina. VI, 526, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 535, 593; VIII, 542.
- Fibro-cartilagini. VII, 310.
- Fisiologia. I, 6.

- Fissiparità. I, 43, 49. — Illimitata, 45. — Limitata, *ivi*. — Longitudinale, 46. — Trasversale, 47. — Modo con cui si effettua. II, 460.
- Fistole stomacali. IX, 221.
- Fluidificazione. IX, 71.
- Follicoli mucipari. VII, 253.
- Forma organica in generale. VIII, 529.
- Formaggio. IV, 836. VIII, 541.
- Formiche. Loro generazione. II, 659.
- Forza. Idea da annettersi a questo vocabolo. IX, 639.
- Forza vitale; sua influenza sull'organismo. IX, 551.
- Fosforescenza. IX, 550.
- Fovilla. I, 110; II, 514.
- Frega. Cambiamenti che produce negli individui. II, 392.
- Frutto. II, 641. — Sua azione sulla madre, 740. — Azione del corpo incubatore su di esso, 742. — Influenza del parto su di esso. IV, 749.
- Funghi. I, 31.
- Galvanismo. Sua azione sul sangue. VI, 602.
- Ganglii. III, 419; VII, 245; IX, 475.
- Gas cadaverico. V, 373. — Secretorii. VII, 429. — Influenza delle sostanze gasose. VIII, 615. — Intestinali.
- Gasteropodi. Sviluppo del loro embrione. III, 62.
- Gelatina. VIII, 569.
- Gelosia. II, 410.
- Gemme. I, 51. — Esterne, *ivi*. — Interne, 52.
- Generazione. I, 10. — Sua essenza. II, 624. — Suo modo. V, 9. — Acrementizia. I, 43. — Per aumento di massa, 43, 49. — Per moltiplicazione di parti, 50. — Asessuale. I, 42. — Fissipara, 43, 49. — Propagolare, 54, 57. — Secrementizia, 57, 73. — Sessuale, 73, 234, 350. II, 357, 632. — Solitaria. I, 42, 73. — Surcolare, 50, 53.
- Generazione spontanea. I, 11, 40. — Casi nei quali riesce indubitabile, 14, 30. — Negli infusorii, 15, 26. — Negli entozoi, 26, 30. — Casi in cui è limitata, 30, 35. — Nei funghi, 32, 34. — Nelle conferve e nelle alghe, 34. — Nei licheni, 35. — Casi nei quali risulta problematica, 35, 40. — Negli epizoi, 35. — In altri animali senza ver-
- tebre, 37. — Nei vegetali, 38. — In certi animali vertebrati, 40. — Varii suoi modi. II, 457.
- Genere. II, 507.
- Genitali (organi). Quelli della sfera interna. I, 74, 121. — Femminini, 74, 99. — Mascolini, 99, 125. — Parallelo tra essi rispetto alla forma, 121, 134; — Alla situazione, 125; — Al numero, 131; — Al prodotto, 133. — Quei della sfera mediana, 138, 182. — Femminini, 138, 159. — Mascolini, 159, 182. — Parallelo tra quei dei due sessi, 172. — Quei della sfera esterna, 182, 206. — Femminini, 183, 193. — Mascolini, 193, 201. — Parallelo tra quei dei due sessi, 201. — Durata della loro esistenza, 207. — Durata della loro azione. 208. — Loro modo di sviluppo. III, 505.
- Germi. I, 88. — Loro preesistenza. II, 590. — Loro posformazione, 615.
- Germogli. I, 56.
- Germogli carnosì. VIII, 761, 763.
- Gioinezza. IV, 950.
- Glandole. VII, 254; — di Cowper. I, 167. — Sanguigne. IV, 905. — Mammarie, 825, 838. — Viscerali. VII, 258. — Inferiori, 270; — di Peyer. IX, 123.
- Globetti organici. VIII, 531, 534. — Del latte, 535. — Del muco, 536. — Del pus, 704. — Del sangue. VI, 492, 502, 565, 583; VIII, 889.
- Gongili. I, 58.
- Governacolo dei testicoli. III, 514.
- Gozzo. IX, 122.
- Grandi labbra. I, 193.
- Grasso. IV, 610; VII, 416; VIII, 541, 654, 667.
- Gravidanza. II, 712, 719. Suoi diversi periodi, 724. — Suo principio, *ivi*. — Suo mezzo, 728. — Suo fine, 729.
- Gravità specifica delle diverse parti del corpo. VIII, 528.
- Grumo del sangue. VI, 506.
- Ibernazione. V, 208.
- Ibridità. Vedi *Meticcio*.
- Imbibizione. VIII, 548.
- Imene (membrana). Epoca della sua comparsa. III, 524.
- Immaginazione. Inverisimiglianza della

- influenza esercitata da quella della madre sul suo frutto. II, 754.
- Incastramento dei germi. II, 607.
- Incubazione. I, 23; II, 357, 677, 707. — Suoi limiti, 707. — Sua durata, *ivi*. — Cambiamenti che determina nell'organismo incubatore, 710; — nel sito medesimo in cui essa succede, 710; nel rimanente dell'organismo, 719, 733.
- Individualità. IV, 672.
- Induramento dei tessuti. VIII, 822.
- Infante. Sua dipendenza dalla madre. IV, 795. — Abbisogna di protezione, 797; — di cure per la sua pelle, 815; — pel suo nutrimento, 822. — Sua vita animale, 856. — Suoi sensi, 864. — Sue facoltà intellettuali, 869. — Sue facoltà morali, 876. — Suoi movimenti, 884. — Sua respirazione, 890. — Sua nutrizione, 892. — Sua circolazione, 901.
- Infanticidio. V, 71.
- Infanzia. IV, 793. — Prima, *ivi*. — Seconda, 913. — V, 137.
- Infusorii. I, 14. — Loro formazione, 21. — Influenza del calore. II, 379.
- Insetti. I, 35; II, 362. — Sviluppo del loro embrione. III, 72.
- Inspirazione. IX, 397.
- Intermittenza. VI, 716.
- Intestino. III, 370; IX, 168, 260.
- Irritabilità. Sua influenza sui movimenti del sangue. VII, 68.
- Isopodi. Sviluppo del loro embrione. III, 101.
- Istinto procreatore. II, 435. — Della copula, 370. — Della procreazione, 373, 435. — Materno per la garanzia dell'uovo, 665.
- Lagrima. VII, 491.
- Laminetta serosa. Suo sviluppo. III, 306. — Parte centrale, 308. — Parte periferica, 325. — Porzione transitoria, 366. — Parte primitiva, 371. — Ulteriori sviluppi, 388.
- Laminetta vascolare. Suo modo di sviluppo. III, 408. — Organi vascolari, 462.
- Laringe. Suo modo di sviluppo. III, 401.
- Latte. IV, 828, 933; VII, 491.
- Lerneadi. Sviluppo del loro embrione. III, 107.
- Lignificazione. III, 13.
- Limitazione. VIII, 778.
- Linf. IX, 88, 355.
- Linf. plastica. VI, 526.
- Linfatici. VII, 242; IX, 23.
- Lingua. IX, 139, 147.
- Liquidi. Loro proporzione ai solidi, nell'organismo. VIII, 586, 626.
- Liquidità del sangue. VI, 847.
- Lochi. IV, 769.
- Lorica. I, 56.
- Luce. Sua influenza sull'organismo. IX, 550.
- Magnetismo. Suo officio nell'organismo. IX, 497.
- Mammelle. Loro sviluppo. III, 528. — Loro uso. IV, 826. — Loro modo di vitalità, 838.
- Mammiferi. Sviluppo del loro embrione. III, 267, 300.
- Mascelle. IX, 134, 149.
- Masticazione. IV, 929. — IX, 147.
- Materialista. IX, 493.
- Matrice. I, 152. — Bifida, 156. — Biforata 157. — Bicollo, *ivi*. — A due corpi, 158. — A due fondi, *ivi*. — Biangolare, *ivi*. — Semplice, *ivi*. — Cambiamenti ch'essa comporta nella gravidanza. II, 712.
- Matrice. II, 406; V, 41, 98.
- Meconio. IV, 613.
- Membrana prolifera. Sua formazione. II, — Suo sviluppo. III, 306, 408. — Mucosa. VII, 251. — In generale, 272. — Respiratoria, 273. — Digestiva, 275. — Dello stomaco. IX, 258.
- Membri. Loro sviluppo. III, 361.
- Mestruazione. I, 240, 255; V, 104. Sue deviazioni. VIII, 722.
- Mestruo (sangue). VIII, 656.
- Metamorfosi. Della generazione. II, 601. — Degli insetti. III, 73. — Del sangue. VII, 219.
- Metastasi delle secrezioni. VIII, 717.
- Meticcio. II, 506, 570.
- Midolla spinale. Suo sviluppo. III, 313.
- Milza. Suo modo di sviluppo. III, 492. — Sua struttura. VIII, 246. — Suoi usi.
- Mole. I, 68; IV, 692.
- Molluschi. Sviluppo del loro embrione. III, 58.
- Monogenia. I, 42, 73; II, 405, 460.

- Monte di Venere. I, 192.
- Mortalità. Nelle partorienti. IV, 742; — nel bambino nascente, 753; — nei bambini propriamente detti, 854. — Influenza delle stagioni su di essa. V, 251. — Influenza della età, 295. — Mortalità assoluta, 303. — Relativa, 305. — Influenza della individualità, 320; — delle condizioni acquisite, 328; — della specie, 334.
- Morte. V, 275. — Sue cause, *ivi*. — Morte necessaria, *ivi*. — Accidentale, 289. — Suoi fenomeni, 340. — Usi da essa prodotti, 380. — Sua essenza, 445. — Persistenza dopo la morte, 451.
- Mostruosità. I, 70, 317; II, 562.
- Moventi della procreazione. II, 358. — Situati fuori dell'organismo, 359. — Inerenti all'organismo, 366. — Fisici, 366, 388. — Meccanici, 366. — Vitali, *ivi*. — Morali, 370, 390. — Riassunto, 418.
- Movimenti. Loro sviluppo nell'embrione. IV, 620. — Nell'infante, 884, 927, 960. — Del sangue. VI, 681. — Cause dei movimenti del sangue, 732. — Dei liquidi assorbiti. IX, 63. — Dell'apparato digestivo, 125. — Respiratorio. IX, 392.
- Muco. VII, 466; VIII, 542, 566.
- Mucose (membrane). VII, 251, 272. — Respiratorie, 273. — digestive, 275.
- Muscoli. Loro sviluppo. III, 338. VII, 291. — Volontarii, 292. — Involontarii, 297. — Loro tessitura, 366. — Serventi alla digestione. IX, 125. — Loro azione sul calore, —
- Muta. V, 236.
- Nascita. Variazioni nei sessi. II, 585. — Epochen della giornata in cui avviene. VI, 201.
- Naso. Suo modo di sviluppo nell'embrione. III, 403.
- Natura. I, 6.
- Necrosi. VII.
- Neoplasma. VIII, 739.
- Nervi. Loro sviluppo. III, 339; VII, 285.
- Nervoso (sistema). VII, 282, 361; VIII, 931. — Sua azione sul calore animale. IX, 529.
- Neurina. VII, 282.
- Nidamentum. II, 692.
- Nidificazione. II, 666, 678.
- Nidiformi (masse). II, 692.
- Nidulante (membrana). II, 693.
- Ninfe. I, 192.
- Nutrimento. Quantità. IX, 186. — Qualità, 195. — Mutamenti che fa comportare alla economia, 213. — Dell'infante. IV, 822.
- Nutrizione. Durante l'infanzia. IV, 892, 916. — Fenomeni materiali di tale funzione. VII, 220. — Suoi prodotti materiali, 223. — Suoi prodotti organici, 225. — Configurazione delle parti costituenti dell'organismo. VIII, 529. — Natura dei suoi principii chimici, 539. — Modo di unione delle parti che la costituiscono, 546. — Unione meccanica, *ivi*. — Unione chimica, 547. — Proporzione di queste parti, 561; degli elementi chimici, 565; — dei materiali immediati, 570; — dei principii costituenti meccanici, 589. — Circostanze che influiscono sulla quantità dei prodotti materiali dell'organismo, 594. — Influenza dei mezzi ambientali, 595. — Influenza delle materie introdotte dall'esterno, 607. — Influenza del sangue, 630; — della digestione, dell'assimilazione e della respirazione, 632; — delle disposizioni meccaniche del corpo, 634; — dello stato generale della vita, 638; — del suo stato locale, 641; — dell'attività plastica, 643; — della vita animale, 661. — Variazione delle parti costituenti dell'organismo rispetto alle loro qualità, 670. — Variazioni delle proporzioni dell'acqua, 674; — del grado d'unione dei principii costituenti, 679; — del loro carattere chimico, 683, 691; — delle loro proporzioni rispettive, 694. — Materiali su cui essa si esercita, 859. — Maniera con cui si effettua la formazione organica, 868. — Compimento della formazione in generale, *ivi*. — Meccanismo di tale compimento, 873. — Lato chimico della funzione, 885. — Causa della formazione dei prodotti materiali dell'organismo, 904. — Formazione organica per attrazione esercitata dall'esterno sul sangue, 918; — per attrazione esercitata dall'interno sul sangue, 922; — per attrazione su di esso esercitata dagli organi plastici, *ivi*; — dai nervi, 931. — La formazione organica è uno sviluppo del sangue, 935. — Questa teoria si fonda sulle

- qualità del sangue, 944; — su quelle dei prodotti organici, 952. — Circostanze che lo dimostrano, 954.
- Occhi. Loro sviluppo nell'embrione. III, 354.
- Ombilicale (cordone). III, 476; IV, 762.
- Ombilicali (vasi). III, 458.
- Ombilico. IV, 764.
- Omeoplastia. VIII, 738.
- Omogamia. I, 211.
- Omogenia. I, 41, 73.
- Onanismo. V, 29.
- Onfalo-mesenterici (vasi). III, 455.
- Orecchia. Suo sviluppo. III, 358.
- Organi sessuali, femminini. I, 74, 138, 183; — mascolini, 99, 159, 194. — Parallelo tra gli organi mascolini e femminini, 172, 201. — Plastici. III, 388; IV, 905.
- Organica (forma). Suoi caratteri fondamentali. IV, 645. — Suo sviluppo, 662.
- Organismo dei tempi. V, 399.
- Organizzati (corpi). Loro origine. IV, 638. — In che differiscono dai corpi inorganici, 642.
- Organizzazione. Suoi caratteri proprii. IV, 662.
- Orina. IV, 617; VII, 503; VIII, 628, 653, 674, 677, 679, 690, 691, 696, 722, 725, 796, 802, 803, 816, 819.
- Orinarii (sviluppo degli organi). III, 499.
- Osmazomo. VI, 540; — VIII, 541.
- Ossa. Loro sviluppo. III, 331; IV, 908. — Loro tessitura. VII, 311, 375. — Loro composizione. VIII, 693.
- Ossificazione nell'infante. IV, 908, 917.
- Ovaja. I, 75. Sua organizzazione, 75, 83; nei vegetali, 75; — negli animali, 76. — Cellulosa, 79. — Interstizia, 80. — Ramosa, 78. — Semplice, 77. — Tubolosa, 76. — Vescicolosa, 83. — Suo prodotto, 84. — Sue vescichette, 93. — Parallelo col testicolo, 121, 125, 131, 133. — Suo modo di sviluppo. III, 512. — Sua struttura. VIII, 258.
- Ovale (foro). IV, 787.
- Ovidotto. I, 138. — Sue proprietà, 145. — Eterogeneo, 152. — Omogeneo, 142. — Sua terminazione, 184.
- Ovismo. II, 590.
- Ovulo. I, 84, 99; — negli animali, 87; — nei vegetali, 84. — Sue parti essenziali, 87. — Negli animali senza vertebre, 89. — Nei vertebrati, 91; — negli uccelli, 92; — nei mammiferi, 93.
- Pancreas. Suo modo di sviluppo. III, 389. — Sua struttura. VII, 270. — Suo succo gastrico, 489.
- Panspermia. II.
- Pantogamia. II, 401.
- Parassiti. VIII, 142.
- Parete spirale. Suo sviluppo. III, 344. — Viscerale, 345.
- Parola. IV, 936.
- Parto. II, 358. — IV, 678. — Sue cause, 680. — Parto prematuro, 684. — Parto tardivo, 687. — Forze che lo compiono, 694. — Suo meccanismo, 717. — Particolarità relative all'embrione che lo favoriscono, 718. — Particolarità relative alla madre, 724. — Suo corso, 731; — primo periodo, *ivi*; — secondo periodo, 733; — Terzo periodo, 735; — quarto periodo, 737; — quinto periodo, 739. — Difficoltà che presenta, 740. — Sua influenza sulla madre, 745; — Sul frutto, 749. — Sue conseguenze riguardo alla madre, 765; — riguardo all'infante, 772.
- Pederastia. V, 30.
- Pelecipodi. Sviluppo del loro embrione. III, 60.
- Peli. I, 266, — III, 328, — VII, 322, 388.
- Pelle. I, 264. — Suo sviluppo, III, 327. — Cure che esige nel neonato. IV, 815, 902. — Sua struttura. VII, 250, 277. — Suo assorbimento. IX, 14.
- Pene. I, 195. — Imperforato, 196. — Perforato, 198. — Sua erezione. II, 477. — Suo modo di sviluppo. III, 524.
- Penne. I, 266, — III, 329, — VII, 388.
- Pepsina. IX, 256.
- Perineo. III, 525.
- Periodicità. V, 142. — Diurna, 152; — Effetti che produce sulla vita, 194. — Annuale, 205; Effetti che produce sulla vita, 247. — Tridiana, settimanaria e quadri-settimanaria, 266.
- Peritoneo. Suo modo di sviluppo. III, 383.
- Permeabilità dei tessuti. VIII, 549.
- Pesci. I, 40. — Sviluppo del loro embrione. III, 112.

- Piante. Crittogame. I, 34. — Fanerogame, 38.
 — Movimenti organici. II, 367.
 Pidocchi. I, 36.
 Pigmento. VII, 401; VIII, 695, 718.
 Piogenia. VIII, 210.
 Placenta. III, 483; IV, 566, 597.
 Plasticità. III, 388; IV, 905, 914.
 Poliandria. II, 404.
 Poligamia. II, 401.
 Poliginia. I, 112.
 Polmoni. Loro modo di sviluppo. III, 393;
 IV, 780. — Loro assorbimento. IX, 20. —
 Loro usi, 411 e seg.
 Polso. VI, 701.
 Portata. I, 73.
 Preformazione dei germi. II, 596.
 Pressione. Sua influenza sulla nutrizione.
 VIII, 594, 635.
 Procreazione. II, 357, 641. — Suoi moventi,
 — 358, 440; — diretti, 358; — meccanici,
 — vitali, *ivi*; — morali, 370; — indiretti,
 — 378; — generali, 379; — organici, 388.
 — Diversità di questi moventi, 418. —
 Legge che vi presiede, 422. — Loro es-
 senza, 433. — Effetti che produce la pro-
 creazione nell'organismo, 391. — L'atto
 in sè stesso considerato sotto il rapporto
 del numero dei suoi prodotti, 449; — del
 modo con cui si effettua, 360, 457. —
 Teorie diverse della procreazione, 589. —
 Considerazioni sulla sua essenza, 624; —
 sul suo modo, 633. — Sue facoltà. V, 11.
 — Maturità per tale atto, 32.
 Propagazione. I, 41; V, 62.
 Propagoli. I, 54. — Foliacei, 55. — Tuber-
 colosi, *ivi*.
 Prostata. I, 167.
 Pseudomorfofi. VIII, 739. — Cellulose, *ivi*.
 — Stratificate, 750. — Membraniformi,
 — 752. — Sclerose, *ivi*. — Eterologhe, 826.
 Ptialina. VIII, 541.
 Pubertà. IV, 972.
 Puerperio, dopo il parto. IV, 767.
 Pullulazioni. VIII, 826.
 Pus. VIII, 704.
 Putrefazione. V, 363. — Primo periodo, 373.
 — Secondo periodo, 375. — Terzo perio-
 do, 377. — Del sangue. VI, 517.
 Rammollimento dei tessuti. VIII, 823.
 Razza. I, 73.
 Remittenza. VI, 715.
 Reni. Loro modo di sviluppo. III, 499. —
 Loro struttura. VII, 260. — Effetti del
 loro estirpamento. VIII, 726.
 Respirazione. Sviluppo degli organi respi-
 ratorii. III, 462. — Dell'embrione. IV,
 593. — Prima respirazione dell'infante,
 772. — Sue conseguenze, 778, 890. —
 Sua influenza sui movimenti del sangue.
 VII, 28. — Definizione, IX, 380. — Suo mec-
 canismo, 382. — Organi che partono dalla
 pelle, *ivi*. — Organi che partono dal tubo
 digestivo, 386. — Movimento respiratorio
 392. — Inspirazione, 397. — Espirazio-
 ne, 398. — Quantità di questo movi-
 mento, 404. — Sue relazioni, 407. — Fe-
 nomeni chimici della funzione, 414. —
 Cambiamenti dell'aria, 415; — del san-
 gue, 424. — Rapporti generali della fun-
 zione coll'organismo, 442. — Suoi rapporti
 colla vita animale, 452; — Colla vita pla-
 stica, 456. — Essenza della funzione, 459.
 — Respirazione nell'embrione. IV, 593,
 628. — Neonato, 772. — Sue cause, 773.
 — Modo con cui si effettua, 776. — Suoi
 effetti sugli organi respiratorii, 778; —
 Sul sistema sanguigno, 784; — Sul com-
 plesso della vita, 790. — Respirazione
 durante l'infanzia, 890. — Proporzione
 tra l'aria inspirata e l'aria espirata. VIII,
 609. — Effetti dei diversi gas ispirati
 sulla economia, 621. — Influenza degli
 alimenti sulla natura dei gas espirati,
 626. — Influenza della funzione sulla
 quantità dei prodotti materiali dell'orga-
 nismo, 632. — Influenza sulla circola-
 zione. VII, 28. — Natura dei gas spi-
 rati, 439.
 Rettili. I, 40. — Sviluppo del loro embrio-
 ne. III, 130, 166.
 Riassorbimento. IX, 79.
 Rigenerazione dei tessuti. VIII, 755, 957.
 Rigidezza cadaverica. V, 357.
 Ringiovanimento. V, 139, 286.
 Riunione immediata delle ferite. VIII, 761.
 Sacco delle guance delle scimmie. IX, 122.
 Salamandre. Sviluppo del loro embrione.
 III, 145.

Sali. Variazioni nella loro proporzione dei principii costituenti. VIII, 691. — Saliva. VII, 483; — VIII, 365, 628, 642, 667, 675, 689, 693, 696; — IX, 214. — Salivali (glandole). Loro modo di sviluppo. III, 389. — Salivazione. IX, 213. — Sangue. Esame del quesito se si produce innanzi i vasi. III, 408. — Sua prima formazione. IV, 591. — Sua storia generale. VI, 485. — Sue proprietà fisiche generali, 490. — Parti che vi si scoprono col microscopio, 492. — Globetti, *ivi*. — Bolle di aria, 499. — Mutamenti spontanei di questo liquido, 502; — nei suoi globetti, *ivi*; — nella sua intera massa, 504. — Fenomeni che accompagnano la sua coagulazione, 509. — Fenomeni accessori, 513. Sua putrefazione, 517. — Azione dei diversi reattivi su di esso, 518; — degl' imponderabili, 519. — Della elettricità, 519; — del calore, 520; — dei gas, 521; degli acidi, 523; — degli alcali, 524; — dei sali, 525. — Materiali organici che lo costituiscono, 526. — Proporzione di questi materiali, 537. — Sostanze organiche estratte mediante l'arte dal sangue, 539. — Sostanze inorganiche in esso contenute, 547. — Proporzione dei suoi diversi principii costituenti, 552. — Sua composizione chimica, 554. — Stato dei suoi principii costituenti, 557. — Cause delle sue qualità fisiche, 560. — Stato fisico delle sue parti nell'organismo, 565. — Loro stato chimico, 573. — Stato generale di questo liquido, 578. — Sua quantità nell'organismo, 579. — Azione del galvanismo su di esso, 602. — Fenomeni della sua vita esterna, 620. — Fenomeni generali del suo corso, 709. — Fluttuazione, 717. — Ristagnamento, 719. — Cause dei suoi movimenti, 739. — Resistenza che oppone al cuore, 763. — Cause inerenti a questo liquido che influiscono sulla circolazione, 789. — Effetti della sua diminuzione sull'organismo, 805. — Effetti del suo aumento, 808. — Effetti della sua quantità nei suoi serbatoi, 810. — Effetti dipendenti dal sangue puro, 813; — dal sangue misto con sostanze estranee, 821,

827. — Maniera d'agire di questo liquido sull'organismo, 832. — Azione dell'organismo su di esso, 840. — Sangue venoso ed arterioso, 853. — Effetti prodotti da alcuni stati particolari della vita, 862; — da influenze esterne, 876. — Giunta del prof. Giacomini, Sulla vita e sulle malattie del sangue, 879. — Controversie intorno a questa memoria del prof. Giacomini; del dott. Pari, 920; — del dott. Bizio, 928. — Appendice al trattato del sangue del prof. Giacomini, 936. — Influenza della vita sulla quantità permanente del sangue. VII, 7; — Sulla sua quantità variabile, 10. — Essenza di questo liquido, 71. — Ricerche ed esperimenti intorno alla formazione della cotenna, ed al suo valore sintomatico nelle malattie, 85. — Influenza della coagulabilità del sangue sulla formazione di essa, 87. — Rapporto fra la coagulazione del sangue e la sua apparenza cottenosa o non cottenosa, 91. — Rapporto fra la coagulabilità del sangue ed il suo aspetto cottenoso o non cottenoso, nella età infantile, 96. — Coagulazione del sangue modificata dall'influenza di alcuni sali, e relativo aspetto del grumo, 100. — Circostanze accidentali che ne possono modificare l'apparizione, 108. — Rapporto fra la densità del sangue e la sua apparenza cottenosa o non cottenosa, 109. — Rapporto fra la densità, la coagulazione e l'apparenza cottenosa o non cottenosa del sangue, 111. — Densità del siero, 114. — Rapporto fra la densità del sangue e quella del suo siero, 115. — Influenza delle successive sottrazioni sanguigne sulla densità del sangue, 116. — Influenza sulla densità del siero nel numero dei salassi fatti, 117. — Diminuzione progressiva nella densità del sangue avvenuta per le ripetute sottrazioni, 119. — Effetto della sottrazione sulla densità del sangue durante lo stesso salasso, 120. — Influenza dello stagnamento artificiale del sangue nelle vene sulla sua coagulabilità, 122. — Densità del sangue nei primi salassi durante l'inverno, 125. — Modificazione apportata alla coagulabilità del sangue dalla natura dei vasi in cui

- viene ricevuto, 137. — Influenza sulla coagulabilità del sangue esercitata dalla diversa capacità del recipiente o della massa del liquido raccolto; ed esperimenti pei quali n'è chiarita la spiegazione, 140. — Influenza complessiva sull'apparenza cotennosa o non cotennosa del sangue esercitata dal numero dei salassi fatti, dalla coagulabilità delle sue varie porzioni, e dalla sua densità, 143. — Cagione del rappigliamento del sangue fuori dell'organismo vivente, e quindi del suo rapido o lento coagularsi nelle malattie, 149. — Influenza dei successivi salassi sulla coagulabilità del sangue, 151. — Influenza della sottrazione sanguigna sulla coagulabilità e sull'apparenza cotennosa o non cotennosa delle prime ed ultime porzioni di sangue estratto durante un medesimo salasso, 153. — Differenza di coagulabilità offerta dal sangue di uno stesso salasso uscito dalle vene parte sotto al deliquio e parte fuori di esso, 355. — Osservazioni ed esperienze intorno a recenti dottrine sulla formazione della cotenna, 171. — Risultati ottenuti dagli esperimenti intrapresi allo scopo di verificare la dottrina del prof. Giacomini sulla formazione della cotenna, 178. — Risultati ottenuti dagli esperimenti intrapresi allo scopo di verificare la dottrina del prof. Giacomini sulla formazione della cotenna tenendo il calcolo anche della densità misurata all'areom. B., 180. — Significazione delle varie apparenze del sangue già rappreso, relativamente alla sua coagulabilità, densità e proporzione dei componenti, 184. — Nuovo criterio regolatore del salasso, 189. — Influenza del sangue sulla quantità dei prodotti materiali dell'organismo, VIII, 630. — Passaggio di certi materiali inalterati del sangue nelle secrezioni, 700. — Passaggio di materiali alterati, 704. — Fenomeni generali della sua formazione, IX, 3. — Fenomeni particolari, 79. — Sua formazione nel sistema linfatico, 355 e seg. — Conversione del chilo e della linfa in sangue, 360. — Mezzi per via dei quali essa succede, 374. — Formazione del sangue nel sistema sanguigno, 376. — Cambiamenti ch'esso incontra nella respirazione, 424. — Effetti di tali cambiamenti, 436. — Considerazioni generali sulla formazione, 488.
- Scheletrico (tessuto). VII, 308.
- Schiudimento. II, 358. — IV, 756.
- Scleroso (tessuto). VII, 303.
- Seroto. I, 130.
- Secrezioni. Loro diverse sorte, VII, 392. — Prodotti filati, 394. — Concrezioni, 396. — Seroze, 399. — Grasse, 516. — Vaporoze, 420. — Gazose, 429. — Mucose, 466. — Cutanee, 476. — Loro quantità in ventiquattro ore, VIII, 592. — Loro metastasi, 608, 717. — Nell'embrione, IV, 607, 916; V, 249.
- Seminazione. II, 643.
- Sensi (Organi dei). I, 279. — Loro sviluppo nell'embrione, III, 354, 403. — Nell'infante, IV, 864.
- Sensibilità. Sua influenza sui movimenti del sangue, VII, 48.
- Sentimento. Suo sviluppo nell'embrione, IV, 631.
- Serosi (tessuti). VII, 234.
- Serosità. VIII, 409; VIII, 565, 683.
- Sessi. I, 73. — Differenza tra di loro riguardo alla struttura degli organi genitali, 234; — alle funzioni di questi organi, 240; — alla configurazione del corpo, 256; — alle funzioni degli altri organi, 258; — alle operazioni della vita animale, 274; — alla forma generale, 292. — Reciproci rapporti dei sessi, II, 407. — Loro unione nell'accoppiamento, 486. — Influenza dei sessi su quello del prodotto della generazione, 578. — Prima manifestazione della influenza sessuale, IV, 949.
- Sessualità. Parziale. I, 218. — Individuale, 233. — Sua essenza, 300. — Suo carattere generale, 302. — Suo scopo riguardo alla specie, 328; — rispetto all'individuo, 330.
- Sfera, interna degli organi sessuali. I, 74. — Esterna, 182. — Degli organi genitali, III, 510.
- Siero del sangue. VI, 505, 532.
- Siero di latte. IV, 837.
- Singenesi. II, 607.
- Sinovia. VII, 414.
- Sinoviali (capsule). VII, 236.
- Smegma cutaneo. VII, 476.

- Sociabilità. II, 398. —
- Sogni. V, 170. —
- Solidi. Loro formazione nell'embrione. IV, 607. — Loro influenza sui corpi organizzati. VIII, 626. —
- Sonnambulismo. V, 181. —
- Sonno. V, 154. — Dei vegetali, *ivi*. — Degli animali, 159. — Sue cause, 162. — Stato dell'anima nella sua durata, 167. — Sua essenza, 188. — Suoi effetti, 193. — Sonno invernale dei vegetali, 207; — degli animali, 208. —
- Sopore. Sue cause. V, 225. —
- Sostanze organiche degl' infusorii. I, 15. — Chimiche del corpo organico. VIII, 571. — Circostanze nei prodotti materiali dell'organismo, 794. —
- Specie. I, 73. V, 283. —
- Sperma. I, 113; VII, 267; VIII, 723. —
- Spermatismo. II, 592. —
- Spermatozoi. I, 115. —
- Sporangi. I, 62. —
- Spore. I, 58, 64. — Agglomerate, 60, 64. — Sparse, 59. —
- Sporocisti. I, 61. —
- Stami. Loro irritabilità. II, 366, 370. —
- Stomaco. IX, 158, 220. —
- Stato proligero. I, 88. —
- Succhiamento. IX, 142. —
- Succo gastrico. VII, 449; VIII, 565; IX, 253. — Artificiale, 245. —
- Succo pancreatico. VII, 489; VIII, 565; IX, 263. —
- Sudore. VII, 478; VIII, 676, 688. —
- Suicidio. V, 392. —
- Suppurazione. VIII, 708. —
- Svegliamento. V, 166. —
- Sviluppo in generale. Suo modo. V, 400. — Corso dello sviluppo fisico, 403. — Andamento dello sviluppo intellettuale e morale, 410. —
- Temperatura. Sua influenza sull'organismo, 535 e seg. —
- Tendini. VII, 302. —
- Tessuti. Stratificati, VII, 680. Accidentali, 690. —
- Testicolo. I, 99, 121. — Rudimentare, 99. — Sviluppato, 102; — nei vegetali, *ivi*; — negli animali, 105. — Tubuloso, *ivi*. — Glandoloso, 107. — Suo prodotto, 110. —
- Suo modo di sviluppo. III, 513. — Sua discesa nello scroto, 514. — Sua struttura. VII, 261. —
- Timo. Suo modo di sviluppo. III, 493. — Sua struttura. VII, 248. — Suoi usi. IV, 606, IX, 479. —
- Tiroide. Suo modo di sviluppo. III, 493. — Sua struttura. VII, 248. — Suoi usi. —
- Transustanziazione. VIII, 732. —
- Trapiantamento di parti. VIII, 743. —
- Trasformazione. IX, 75. —
- Trasfusione. VI, 813. —
- Traspirazione. Influenza delle stagioni su di essa. V, 249. — Suoi diversi modi. VII, 420. —
- Tromba di Falloppio. I, 152. —
- Tubi del tessuto cellulare. VII, 345. —
- Tuniciari. Sviluppo del loro embrione. III, 59. —
- Turgescenza. II, 477; VII, 19. —
- Uccelli. Sviluppo del loro embrione, 166, 265. —
- Ulceri. VIII, 710, 736. —
- Unghie. VII, 327. —
- Uovo. I, 64, 73. — Compiuto, 65. — Incompiuto, 68. — Vegetale, 84. — Animale, 87. — Effetti della fecondazione su di esso. II, 543. — Suoi movimenti, 643. — Suo passaggio nell'ovidotto, 644. — Sua progressione in questo condotto, 649. — Sua deposizione all'esterno del corpo, 650. — Sua separazione totale dalla madre 656. — Casi nei quali questa separazione viene determinata da circostanze esterne, 656; — dall'istinto dello stesso germe, 658; — da quello della madre, *ivi*. — Protezione che gli assicura l'istinto materno, 665. — Nutrimento che questo istinto gli assicura, 672. — Casi nei quali rimane applicato al corpo della madre, 674; — o con aderenza, 675; — o senza aderenza, 677. — Casi nei quali sta l'uovo deposto nel corpo stesso della madre, 681. — Sua formazione, 684. — Formazione delle sue parti essenziali, 685; — dell'embriotrofo, *ivi*; — della cuticola, 686; — della membrana proligera, 691. — Formazione delle sue parti accessorie, 692; — delle membrane che lo avvolgono nei mammiferi, 700. — Rapporti fra esso e l'embrione, 733. — Suoi rapporti coll'or-

- ganismo incubatore, 735. — Sua separazione dal corpo materno. IV, 678. — Conseguenza, 765.
- Urea. VIII, 696.
- Ureteri. Loro modo di sviluppo. III, 502.
- Uro-genitale (apparato). Suo modo di sviluppo. III, 494.
- Vagina. I, 187. — Interna, 189.
- Valvole intestinali. IX, 119.
- Vascolari (organi). VII, 346.
- Vasi. III, 455; VI, 649, 667, 774; VII, 241. — Accidentali. VIII, 745; IX, 23, 355.
- Vecchiezza. V, 108.
- Vegetali. Paralello tra i due sessi. I, 313. — Sviluppo dei tessuti e degli organi. III, 8. — Anello vegetabile, 18. — Foglie, 20. — Steli, 22. — Radici, 23. — Fiore e frutto, 24. — Sonno, 154, 207. — Respirazione, IX, 420.
- Veleni. IX, 6.
- Velo del palato. IX, 119, 153.
- Vene. VI, 677, 708, 786; VII, 242; III, 461.
- Venosità del sangue. Suoi fenomeni. VI, 853. — Sua essenza, 857.
- Venti. II, 360.
- Vermi intestinali. I, 26.
- Vescica natatoria. Suo modo di sviluppo. III, 402. — Natura dei gas che racchiude. VII, 435. — Suoi usi. IX, 388.
- Vescica urinaria. Suo modo di sviluppo. III, 503.
- Vescichetta proliera. I, 38. — Seminale, 168. — Ombilicale. III, 370; IV, 569, 596. — Intestinale. III, 371. — Del sistema cellulare. VII, 232, 343.
- Vestibolo. I, 190.
- Villosità intestinali. IX, 118.
- Vita. Sua storia. I, 9. — Embrionale. II, 641. — Sviluppo della vita plastica. III, 300. — Considerata riguardo allo spazio. IV, 537. — Suo meccanismo, 555. — Sviluppo della vita animale, 620, 856. — Passaggio dalla vita embrionale alla vita indipendente, 678. — Vita vegeto-animale, 890, 914, 952. — Rispetto all'individuo, 965. V, 6. — Riguardo alla specie. IV, 969. V, 9. — Rivoluzione nella vita, 142. — Periodicità diurna, 152. — Fenomeni relativi al suo complesso, 207. — Sua influenza sul sangue. VII, 3. — Sua influenza sulla formazione dell'organismo. VIII, 636. — Sua essenza. IV, 657. — Acquisto della vita indipendente, 792. — Sue diverse età, *ivi*. — Sua durata. V, 286, 317, 436. — Fenomeni della sua estinzione, 340. — Segni della sua abolizione, 348. — Sue manifestazioni, 436. — Sua energia, 441. — Suo scopo, 447.
- Voce. I, 297.
- Vomito. IX, 177, 229.
- Vulva. I, 193.
- Zucchero di latte. IV, 837.

Vaschella prodigiosa I. 38. — Semina-
168. — Omphale III. 301. 302.
— latitante III. 301. — Di sistema
collante VII. 232. 242.
Vaschella I. 190.
Vaschella intestinale IX. 118.
Vita sua storia I. 9. — Rappresenta II. 641.
— Sviluppo della vita animale III. 300.
— Conservazione riguarda allo spazio IV.
632. — Sua incognita 525. — Sviluppo
della vita animale 300. 306. — Processo
della vita embrionale alla vita indipe-
dente 638. — Vita animale animale 300.
614. 625. — Rispetto all'individuo 300.
V. 6. — Riferito alla specie IV. 300. V.
9. — Rivoluzione nella vita I. 10. — Po-
richiella diurna 152. — Fenomeni relativi
al suo complesso 207. — Sua influenza
sul sangue VII. 3. — Sua influenza sulla
formazione dell'organismo VII. 636. —
Sua essenza IV. 637. — Acquisto della
vita indipendente 300. — Sua diversità
161. — Sua durata V. 286. 317. 436. — So-
Fenomeni della sua estinzione 340. — So-
gna della sua abolizione 348. — Sua ma-
nifestazione 436. — Sua energia 441. —
Sua scopo 447.
Voci I. 297.
Vomite IX. 177. 229.
Volve I. 192.

Neoplatonismo di latte IV. 637

Vaschella prodigiosa I. 38. — Semina-
168. — Omphale III. 301. 302.
— latitante III. 301. — Di sistema
collante VII. 232. 242.
Vaschella I. 190.
Vaschella intestinale IX. 118.
Vita sua storia I. 9. — Rappresenta II. 641.
— Sviluppo della vita animale III. 300.
— Conservazione riguarda allo spazio IV.
632. — Sua incognita 525. — Sviluppo
della vita animale 300. 306. — Processo
della vita embrionale alla vita indipe-
dente 638. — Vita animale animale 300.
614. 625. — Rispetto all'individuo 300.
V. 6. — Riferito alla specie IV. 300. V.
9. — Rivoluzione nella vita I. 10. — Po-
richiella diurna 152. — Fenomeni relativi
al suo complesso 207. — Sua influenza
sul sangue VII. 3. — Sua influenza sulla
formazione dell'organismo VII. 636. —
Sua essenza IV. 637. — Acquisto della
vita indipendente 300. — Sua diversità
161. — Sua durata V. 286. 317. 436. — So-
Fenomeni della sua estinzione 340. — So-
gna della sua abolizione 348. — Sua ma-
nifestazione 436. — Sua energia 441. —
Sua scopo 447.
Voci I. 297.
Vomite IX. 177. 229.
Volve I. 192.
Neoplatonismo di latte IV. 637
Vaschella prodigiosa I. 38. — Semina-
168. — Omphale III. 301. 302.
— latitante III. 301. — Di sistema
collante VII. 232. 242.
Vaschella I. 190.
Vaschella intestinale IX. 118.
Vita sua storia I. 9. — Rappresenta II. 641.
— Sviluppo della vita animale III. 300.
— Conservazione riguarda allo spazio IV.
632. — Sua incognita 525. — Sviluppo
della vita animale 300. 306. — Processo
della vita embrionale alla vita indipe-
dente 638. — Vita animale animale 300.
614. 625. — Rispetto all'individuo 300.
V. 6. — Riferito alla specie IV. 300. V.
9. — Rivoluzione nella vita I. 10. — Po-
richiella diurna 152. — Fenomeni relativi
al suo complesso 207. — Sua influenza
sul sangue VII. 3. — Sua influenza sulla
formazione dell'organismo VII. 636. —
Sua essenza IV. 637. — Acquisto della
vita indipendente 300. — Sua diversità
161. — Sua durata V. 286. 317. 436. — So-
Fenomeni della sua estinzione 340. — So-
gna della sua abolizione 348. — Sua ma-
nifestazione 436. — Sua energia 441. —
Sua scopo 447.
Voci I. 297.
Vomite IX. 177. 229.
Volve I. 192.
Neoplatonismo di latte IV. 637



